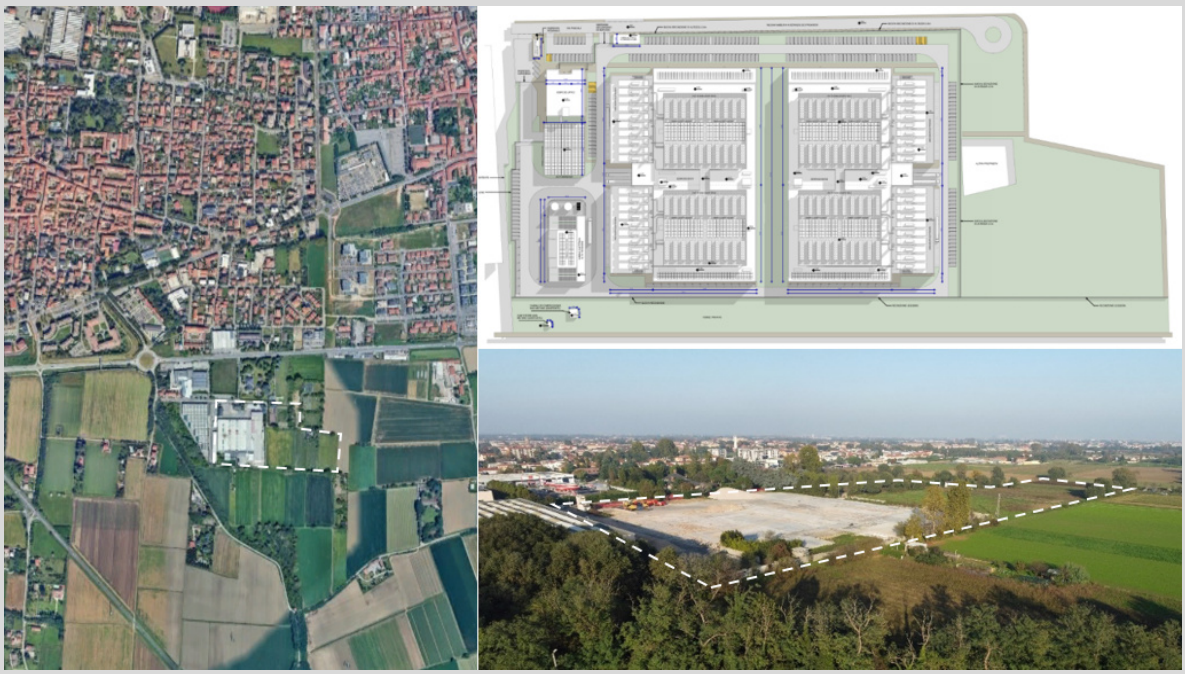


4.7 RADIAZIONI NON IONIZZANTI

INDICE

4.7 RADIAZIONI NON IONIZZANTI 2
4.7.1 PREMESSA 2
4.7.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO 2
4.7.3 DEFINIZIONE DELL'ESPOSIZIONE 3
4.7.4 IPOTESI GENERALI DI CALCOLO E MODELLI 7
4.7.5 ELETTRODOTTO AT 9
4.7.6 INERVENTI IN PROGETTO - STAZIONE AT/MT 22
4.7.7 LINEE MT 24
4.7.8 CONCLUSIONI IN MERITO ALLA POTENZIALE ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI 30
4.7.9 INQUINAMENTO LUMINOSO 31

Il presente studio è stato predisposto con la collaborazione del Prof. Aldo Canova

Firmato digitalmente da
MAURO MONTRUCCHIO
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Asti
e-mail = mauro.montrucchio@ramse.it

4.7 RADIAZIONI NON IONIZZANTI

4.7.1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di verificare, per l'opera in progetto, il rispetto dei limiti di legge relativi la protezione delle persone (popolazione e lavoratori) dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz).

Le valutazioni e i calcoli sono condotti basandosi sul quadro legislativo e normativo vigente e di cui vengono richiamati nel seguito i principali riferimenti. La valutazione di impatto ambientale riguarderà il campo elettrico e di induzione magnetica generati dai principali componenti elettrici (Linee in cavo, barrature, trasformatori ecc..) di prevista installazione presso la nuova sottostazione AT/MT ed in generale presso il Data Center MIL02 di prevista realizzatione in Comune di Vittuone.

Al termine del presente capitolo viene richiamato il tema del potenziale inquinamento luminoso che potrebbe determinare l'intervento in esame per effetto dell'impianto di illuminazione esterna dello stesso Data Center.

4.7.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Lo scopo del seguente è di verificare il rispetto delle specifiche contenute nel quadro normativo di riferimento:

- ***Legge n° 36 del 22/2/2001***, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" (Legge che rimanda l'applicazione ai decreti applicativi: DPCM 8 luglio 2003);
- ***DPCM 8 luglio 2003***, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obbiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da elettrodotti;
- **DM 29 Maggio 2008**, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea 1999/519/CE, 12 luglio 2009, relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz;

- **D.Lgs n. 159 del 01 agosto 2016,** "Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fi sici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE.";
- **D.Lgs n. 81 del 9 aprile 2008,** "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro", nello specifico: Titolo VIII Capo IV;
- **Guida CEI 211-4 (2008)**, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche";
- **Guida CEI 211-6 (2001),** "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana";
- **Guida CEI 106-11: (2006),** "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo";
- **Guida CEI 106-12 (2006),** "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT";
- **CEI 14-35 (2008),** in merito alla valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza aventi una gamma di potenza compresa fra 5 kVA e 1000 kVA;
- **Norma CEI EN 61000-4,** Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4

In particolare, i **valori limite massimi** in materia di esposizione a campi magnetici prodotti da sorgenti elettriche di bassa frequenza previsti dalla normativa citata sono fissati a:

- **100 µT** esposizione **istantanea**, valore imposto dal DM del 29 Maggio 2008;
- **3,78 µT** per locali con presenza di **apparecchiature elettroniche sensibili**, valore indicato dalla norma tecnica CEI EN 61000-4;
- Obiettivo di qualità di **3 µT** negli ambienti ad esposizione prolungata di persone (superiore alle quattro ore giornaliere).

4.7.3 DEFINIZIONE DELL'ESPOSIZIONE

Il quadro legislativo nazionale introduce a partire dal 1988 il tema dell'impatto dei campi elettromagnetici generati da infrastrutture elettriche e la necessità di valutarne l'entità e definire dei criteri protezionistici per quanto riguarda l'esposizione umana. In particolare, dopo un periodo caratterizzato da molteplici leggi regionali anche tra loro disomogenee, il legislatore italiano ha deciso di razionalizzare ed unificare l'approccio al tema con la ***Legge n° 36 del 22/2/2001*** ed il relativo ***DPCM 8 luglio 2003***.

Lo spirito del legislatore italiano è stato spinto dalla volontà di adottare un criterio di prudenza nel valutare l'esposizione umana distinguendo l'esposizione professionale da quella della popolazione. Per i primi il quadro legislativo è mutuato dalle linee guida internazionali (es. ICNIRP International Commission on Non Ionizing Radiation Protection) recepite a loro volta da raccomandazioni e direttive europee, che basano i limiti dei campi elettromagnetici su quelli che vengono considerati effetti acuti a breve termine sulla salute. Per la popolazione il legislatore ha invece voluto adottare un criterio di prudenza al fine di proteggere le persone dai cosiddetti "effetti a lungo termine" generati da una esposizione prolungata a campi elettromagnetici anche di

debole intensità.

Sulla base di questi principi, il provvedimento indica più livelli di riferimento per l'esposizione:

- limiti di esposizione che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione per la tutela della salute dagli effetti acuti;
- valori di attenzione che non devono essere superati negli ambienti adibiti a permanenze prolungate per la protezione da possibili effetti a lungo termine;
- obiettivi di qualità da conseguire nel breve, medio e lungo periodo per la minimizzazione delle esposizioni, con riferimento a possibili effetti a lungo termine.

Per quanto riguarda la protezione dei lavoratori, a livello nazionale il Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 al Titolo VIII, Capo IV, determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz). Le disposizioni riguardano la protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia, nonché da correnti di contatto. Il Decreto non disciplina la protezione da eventuali effetti a lungo termine e non riguarda i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.

Per l'elaborazione di questa valutazione del rischio si è altresì tenuto conto delle indicazioni operative del Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome raccolte nel documento "Decreto Legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro - Indicazioni operative" Rev.3 del 13 Febbraio 2014.

Il quadro normativo alla data di estensione della presente relazione tecnica risulta estremamente complesso ed articolato, nei capitoli seguenti è illustrato nel dettaglio. Si ritiene tuttavia preminente la distinzione operativa alla base della presente valutazione tra:

- **soggetti "esposti per motivi professionali"**: esposizioni quelle strettamente correlate e necessarie alle finalità del processo produttivo;
- **soggetti "esposti NON per motivi professionali"**: esposizioni non correlate con la specifica attività dei lavoratori, riconducibili a sorgenti proprie dell'unità produttiva o esterne ad essa.

Secondo la definizione dell'art.2, comma 1, lettera f), della legge 36/2001, la legge quadro sulla protezione dai campi elettromagnetici, l'esposizione dei lavoratori è "*ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*".

La dizione usata "soggetti" è tesa a includere i lavoratori propriamente detti (che possono essere esposti professionalmente o non professionalmente) e chiunque a diverso titolo sia presente in Azienda (es. clienti, fornitori, appaltatori, ecc.). In quest'ultima categoria i soggetti sono classificati come non professionalmente esposti.

Una menzione speciale riguarda l'esposizione di eventuali **soggetti portatori di dispositivi medici impiantati** (pacemaker e altri), per la quale la più autorevole fonte di riferimento è rappresentata dall'elenco dei Valori Limite di Soglia pubblicati dall'ACGIH.

In sintesi l'esposizione ai campi elettromagnetici può essere distinta in:

a. esposizione relative ai soggetti "esposti per motivi professionali":
   - normativa italiana - D.Lgs.81/08 come modificato dal D.Lgs.159/2016;

- normativa europea – Direttiva 2013/35/UE;

b. esposizione relative ai soggetti "esposti NON per motivi professionali" assimilata alla "popolazione":
   - normativa europea – Raccomandazione 1999/519/CE;
   - normativa italiana – DPCM 8/7/2003

c. esposizione relative ai soggetti particolarmente sensibili (es. portatori di dispositivi impiantati):
   - buona prassi internazionale – ACGIH 2014;
   - buona prassi italiana - Linee Guida AIRM 2012

4.7.3.1 Esposti per motivi professionali – Direttiva 2013/35/UE

Sulla Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea del 29 giugno 2013 è stata pubblicata la "Direttiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE".

Il D.Lgs.159/2016 recepisce la direttiva e aggiorna il D.Lgs.81/08.

4.7.3.2 Esposti NON per motivi professionali – Popolazione – Raccomandazione 1999/519/CE

Ai sensi dell'art.209 c.3 D.Lgs.81/08 si ricorda che:

"*La valutazione, la misurazione e il calcolo […] non devono necessariamente essere effettuati in luoghi di lavoro accessibili al pubblico, purché si sia già proceduto ad una valutazione conformemente alle disposizioni relative alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz e risultino rispettate per i lavoratori le restrizioni previste dalla raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio, del 12 luglio 1999, e siano esclusi rischi relativi alla sicurezza.*"

Oltre al pubblico, tutte le esposizioni indebite, anche professionali sono da intendersi assimilate alla popolazione, dal punto di vista dei livelli di riferimento.

Le esposizioni indebite a sorgenti non correlate con la specifica attività dei lavoratori che non ricadono sotto la gestione del datore di lavoro devono essere contenute, a carico dei gestori, entro i limiti vigenti per la tutela della popolazione.

Il datore di lavoro deve ad ogni modo valutare il rischio ed eventualmente verificare il rispetto della normativa vigente da parte dell'esercente della sorgente (esterna) anche avvalendosi dell'organo di controllo.

Ai sensi della raccomandazione 1999/519/CE, i limiti di riferimento per la popolazione sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 4.7.3-1 Livelli di riferimento per la popolazione - raccomandazione 1999/519/CE

Livelli di riferimento per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0 Hz-300 GHz, valori efficaci (rms) non perturbati)

Intervallo di frequenza	Intensità di campo E (V/m)	Intensità di campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densità di potenza ad onda piana equivalente S_{eq} (W/m²)
0-1 Hz	—	$3{,}2 \times 10^4$	4×10^4	—
1-8 Hz	10 000	$3{,}2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8-25 Hz	10 000	4 000/f	5 000/f	—
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	—
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0,92/f	—
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2 000 MHz	$1{,}375\ f^{1/2}$	$0{,}0037\ f^{1/2}$	$0{,}0046\ f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

4.7.3.3 Esposti NON per motivi professionali – DPCM 08/07/2003

A livello nazionale, per due famiglie di esposizioni specifiche (elettrodotti e impianti per telecomunicazioni), esistono normative dedicate che esplicitano limiti applicabili anche in contesti lavorativi.
Per le esposizioni di tipo non professionali, la verifica di conformità al disposto legislativo nazionale per gli elettrodotti (DPCM 8/7/2003 GU 200 - valore di attenzione e obiettivo di qualità) è pertinente per i soli "elettrodotti" e pertanto applicabile, ove non possano essere escluse a priori permanenze superiori a quattro ore giornaliere, a:

- elettrodotti propriamente detti che manifestino effetti in aree di pertinenza dell'Azienda;
- cabine elettriche e quadri.

Le seguenti definizioni sono riportate nella Legge Quadro 36/2001:

- **limiti di esposizione** (art.3. c.1 lettera b): valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori per assicurare la tutela della salute ai sensi e nel rispetto dell'articolo 32 della Costituzione;
- **valore di attenzione** (art.3 c.1 lettera c): è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere, superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate […] Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;

- **obiettivi di qualità** (art.3 c.1 lettera d): […] i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato […] ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi;

I livelli di riferimento sono i seguenti:

Tabella 4.7.3-2 DPCM 8/7/2003 GU 200 – Livelli di riferimento per gli elettrodotti

Sorgente "elettrodotto" art. 3 c.1 lettera e) L.36/2001	Limiti esposizione		Valori attenzione	Obiettivi qualità
"*'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione*"	B [μT]	E [V/m]	B (mediana 24h) corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4h [μT]	
	100	5000	10	3

In presenza di ambienti particolarmente sensibili, potrebbe essere esplicitamente richiesto dalla committenza una ulteriore riduzione del valore limite imposto dall'obiettivo di qualità per scopi cautelativi.

Lo studio inizia da una descrizione generale del problema in cui vengono citate le principali sorgenti di campi elettrici e magnetici presenti ed i relativi modelli con cui vengono simulati.
Lo studio prosegue con la modellizzazione dei dispositivi elettrici mediante software MAGIC per la valutazione dell'induzione magnetica generata dagli stessi corredata da commenti conclusivi sui valori di campo magnetico dedotti dalle simulazioni.

4.7.4 IPOTESI GENERALI DI CALCOLO E MODELLI

La valutazione di impatto ambientale richiede siano noti tutti i dati nominali delle apparecchiature e della loro localizzazione all'interno della stazione. La condizione di funzionamento utilizzata nella modellazione è quella, cautelativa, in cui i componenti trasferiscono la loro potenza nominale.

Le sorgenti di campo connesse all'opera in progetto sono rappresentate dall'elettrodotto AT di collegamento dalla stazione della rete elettrica nazionale, dalla sottostazione di trasformazione AT/MT posta presso il Data Center e dalle linee elettriche in MT di alimentazione all'interno dell'area del Data Center. In particolare, per quanto riguarda la sottostazione elettrica, le osrgenti di campo elettrico e magnetico sono rappresentate:

1) Linea/e AT di arrivo stazione AT/MT
2) Connessioni AT interne alla stazione (GIS)
3) Trasformatori AT/MT
4) Conduttori MT di connessione tra trasformatori e quadri MT
5) Linee MT di distribuzione

I dati necessari al fine di considerare le sorgenti sopra indicate risultano essere:

1) geometria delle sorgenti AT (coordinate dei punti dei diversi segmenti con cui possono essere approssimati i conduttori delle sorgenti): tali dati sono stati ricavati dai file di disegno forniti dal Committente o ipotizzate sulla base di situazioni impiantistiche analoghe

2) geometria delle sorgenti MT (coordinate dei punti dei diversi segmenti con cui possono essere approssimati i conduttori delle sorgenti): tali dati sono stati ricavati dai file di disegno forniti dal Committente o ipotizzate sulla base di situazioni impiantistiche analoghe;
3) Correnti nominali delle sorgenti AT ed MT in funzione della potenza installata e del layout dell'impianto.

Le valutazioni condotte hanno riguardato solo gli impianti della sottostazione utente e delle linee MT uscenti dalla stazione AT/MT e distribuite all'interno del complesso e non sono state analizzate le seguenti parti di impianto:

- distribuzione dell'energia all'interno degli edifici del data center (es. linee e cabine MT/bt);
- Stazione AT di competenza Terna (con riferimento a quest'ultima si osserva che risulta localizzata in area distante da eventuali ricettori con prolungata esposizione).

Non sono state considerate interazioni o sovrapposizione degli effetti con altre infrastrutture elettriche quali linee aeree o in cavo presenti nell'area del datacenter in quanto non dichiarate.

4.7.4.1 Campo Elettrico

La valutazione del campo elettrico viene condotta quando si è in presenza di sorgenti elettriche che utilizzano l'aria come isolante. Tale situazione di verifica principalmente per linee in alta tensione che prevedono conduttori nudi ancorati mediante catene di isolatori a tralicci metallici. Nel caso in esame, ove siamo in presenza di un sistema in AT di tipo GIS il campo elettrico risulta confinato all'interno del contenimento metallico del GIS e pertanto risulta completamente schermato, mentre per quanto riguarda la distribuzione in MT i cavi risultano essere schermati ed inoltre, essendo anche istallati nel terreno, quest'ultimo funge ulteriormente da schermatura per il campo elettrico.

Quindi per l'impianto in esame possiamo affermare che **i campi elettrici generati sono trascurabili**.

4.7.4.2 Campo di Induzione Magnetica

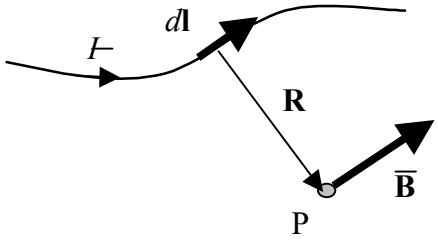
Al contrario del campo elettrico il campo magnetico deve essere valutato. Il modello che simula il comportamento magnetico dell'impianto finalizzato alla valutazione dell'impatto magnetico si basa sulle seguenti ipotesi:

- tridimensionalità delle sorgenti: in particolare del profilo dei conduttori elettrici presenti all'interno della stazione. Il calcolo del campo viene effettuato mediante integrazione numerica della legge di Biot e Savart.
- sovrapposizione delle sorgenti: considerati funzionanti nelle normali condizioni di esercizio (correnti nominali);
- non vengono considerate nelle aree di valutazione dell'induzione magnetica l'effetto distorcente prodotto da grossi corpi ferromagnetici
- non sono state considerate nelle analisi i contributi di sorgenti che risultano ampiamente schermate dalle schermature di fatto come gli avvolgimenti dei trasformatori isolati in olio in quanto trascurabili rispetto alle altre sorgenti, considerando anche la distanza di tali sorgenti dell'area di interesse.
- Il terreno può essere considerato trascurabile a causa della sua non interagenza con i campi magnetici a 50 Hz.

In conclusione il contributo ai livelli di induzione dei diversi componenti viene ricondotto al calcolo tridimensionale di tratti di conduttore o di solenoidi che seguono i diversi profili delle diverse connessioni all'interro della cabina.

La procedura di calcolo si basa sull'integrazione della legge di Biot-Savart, che consente di determinare il valore del campo e dell'induzione magnetica in ogni punto dello spazio a partire dalla conoscenza della geometria delle linee elettriche e delle sorgenti di campo (intensità e fase delle correnti elettriche). In particolare, un conduttore percorso da una corrente pari ad *i* produce nello spazio circostante considerato omogeneo (aria) un'induzione magnetica **B** dato dall'integrale:

$$\overline{\mathbf{B}} = \mu_0 \int \frac{\bar{I} d\mathbf{l} \times \mathbf{R}}{4\pi R^3}$$



in cui:

- dl è un vettore di lunghezza infinitesima, tangente al conduttore ed orientato nel verso della corrente;
- R è un vettore distanza tra il punto sul conduttore ed il punto P in cui si vuole determinare il campo;
- μ_0 è la permeabilità assoluta (assunta per l'aria) pari a $4\pi 10^{-7}$;

L'integrazione riportata nella formula viene effettuata per via numerica sommando vettorialmente i contributi che si ottengono suddividendo il conduttore in numero finito di elementi discreti: ogni conduttore è descritto geometricamente mediante l'equazione della curva che lo rappresenta. L'integrale viene effettuato per ogni conduttore del sistema ed i contributi vengono sommati. Il metodo risulta quindi del tutto generale sia per il numero sia per la tipologia dei conduttori. È opportuno ricordare che, trattando correnti sinusoidali ed adottando il Metodo Simbolico, il campo risultante è un vettore le cui componenti spaziali hanno una intensità definita mediante un numero complesso.

Le considerazioni teoriche descritte sono implementate nel software di calcolo tridimensionale MAGIC 1.3 che è stato utilizzato per lo studio in esame.

4.7.5 ELETTRODOTTO AT

Per il collegamento del Data Center alla rete elettrica nazionale è prevista la realizzazione di due elettrodotti indipendenti tra loro con tracciato prevalentemente parallelo, tra la stazione Terna Poglianasca in Comune di Arluno e la sottostazione di trasformazione AT/MT che sarà localizzata presso il Data Center.

Nella figura 4.7.5.1 è riportato il tracciato complessivo dell'elettrodotto, mentre sono di seguito illustrate alcune delle tratte nelle quali i ricettori sono più prossimi al tracciato dell'elettrodotto.

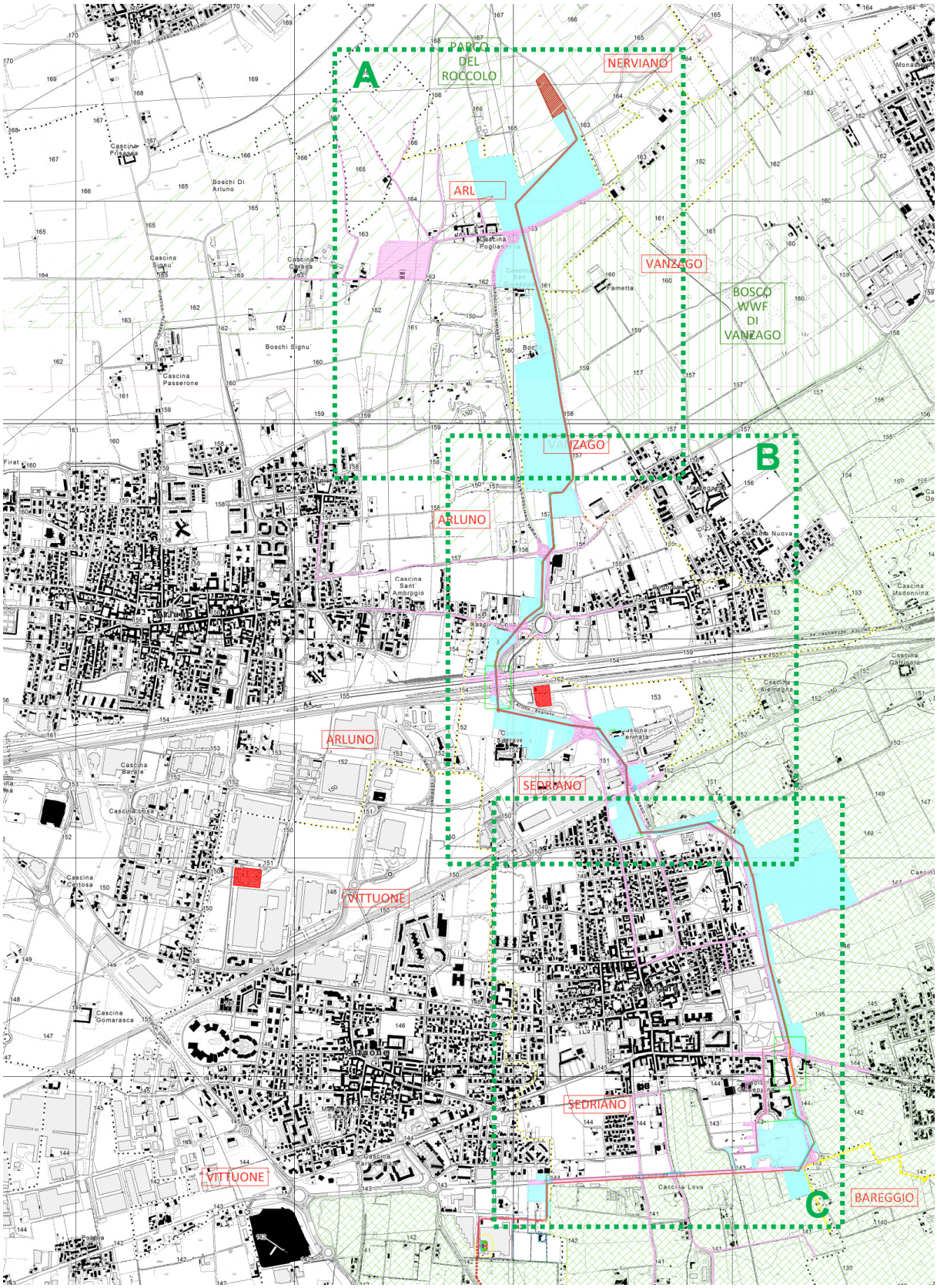


Figura 4.7.5/1. Tracciato elettrodotto AT di collegamento del Data Center alla Stazione elettrica Terna Poglianasca (Comune di Arluno)

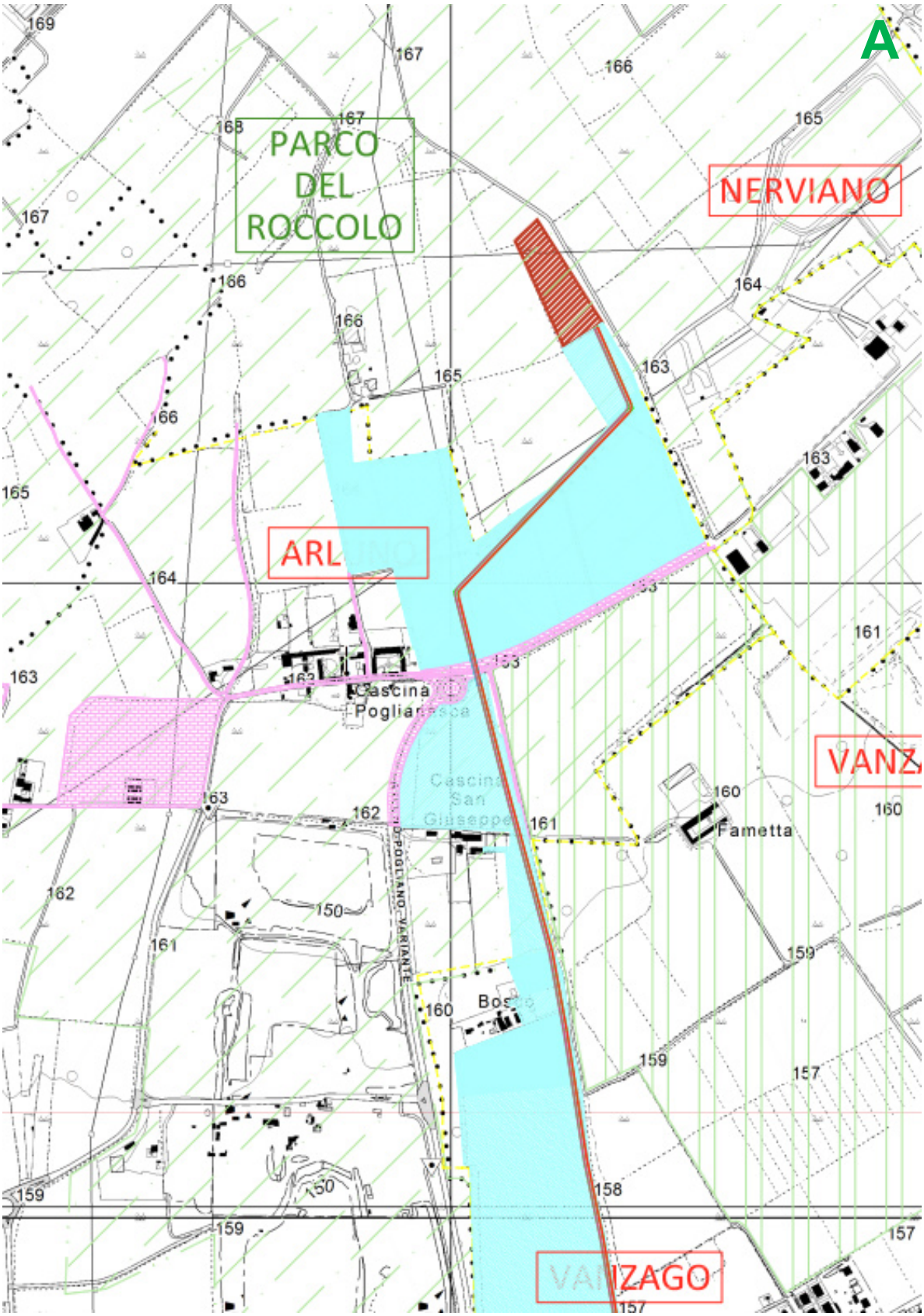


Figura 4.7.5/1a. Tracciato elettrodotto AT di collegamento del Data Center alla Stazione elettrica Terna Poglianasca (Comune di Arluno)

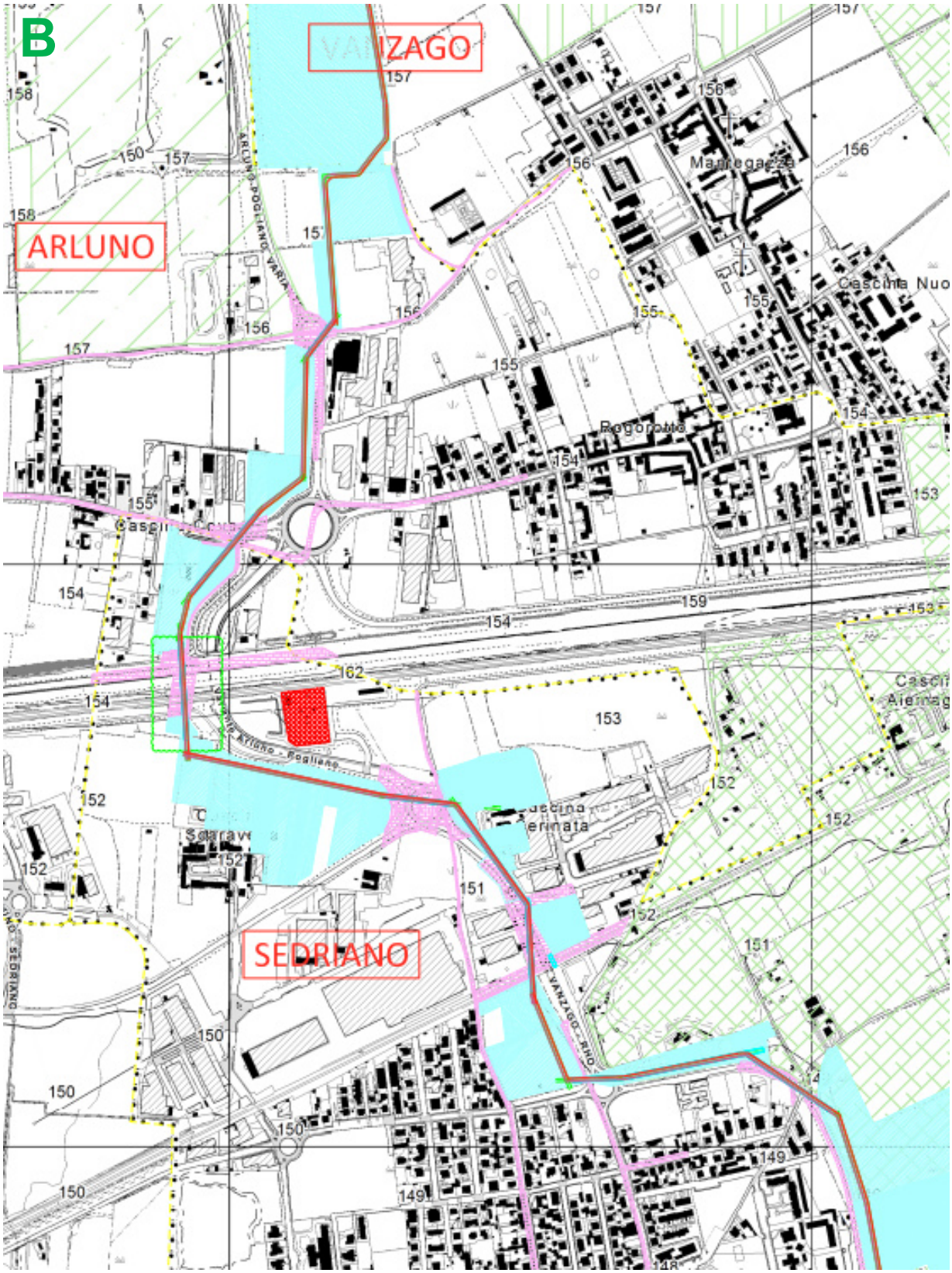


Figura 4.7.5/1b. Tracciato elettrodotto AT di collegamento del Data Center alla Stazione elettrica Terna Poglianasca (Comune di Arluno)

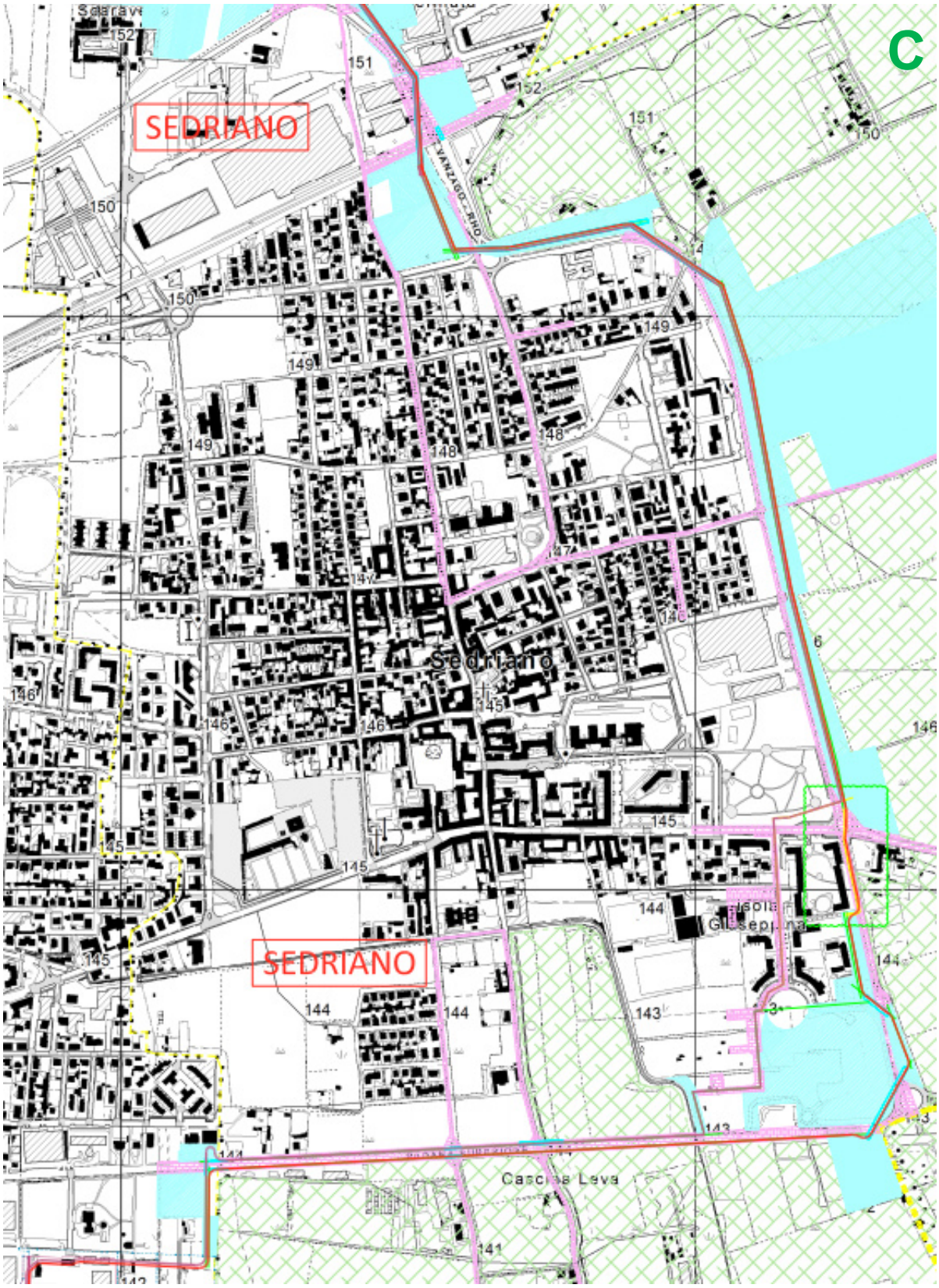


Figura 4.7.5/1c. Tracciato elettrodotto AT di collegamento del Data Center alla Stazione elettrica Terna Poglianasca (Comune di Arluno)

SAPORE DI MARE
SAPORE DI MARE
SPAZIO

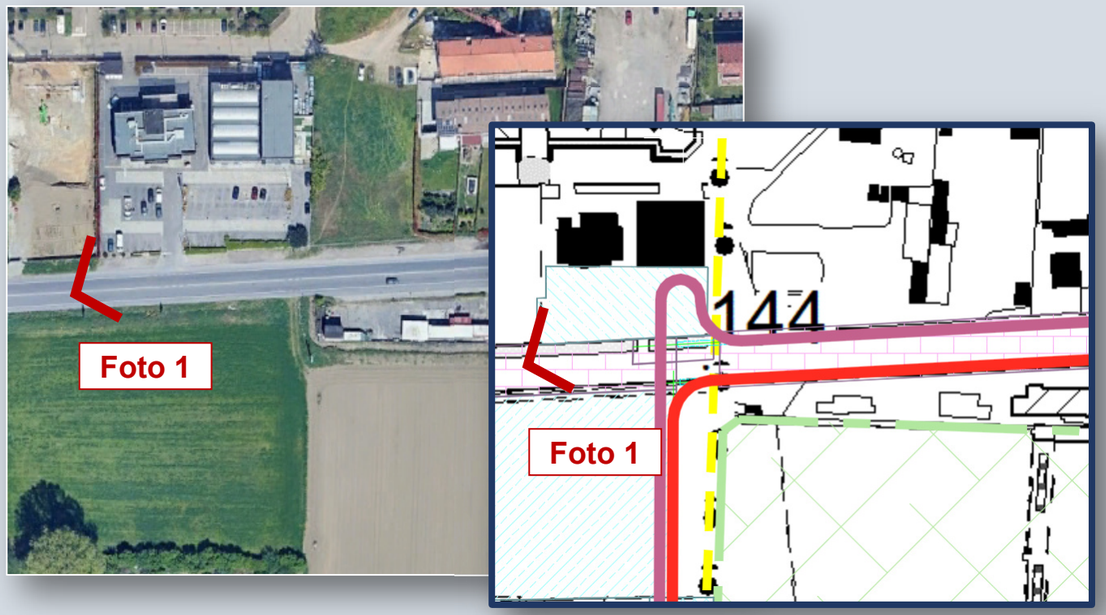


Foto 1
144
Foto 1

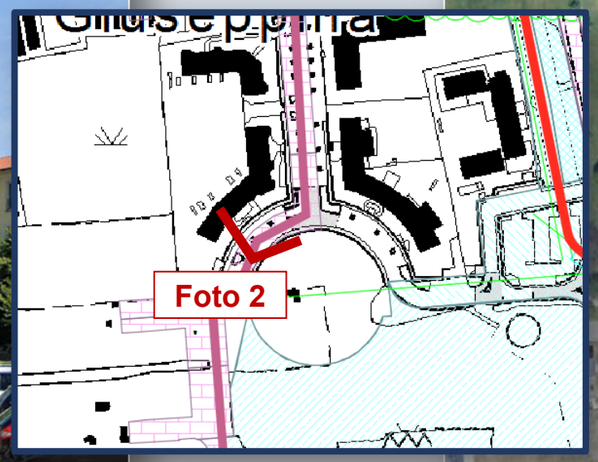


Foto 2

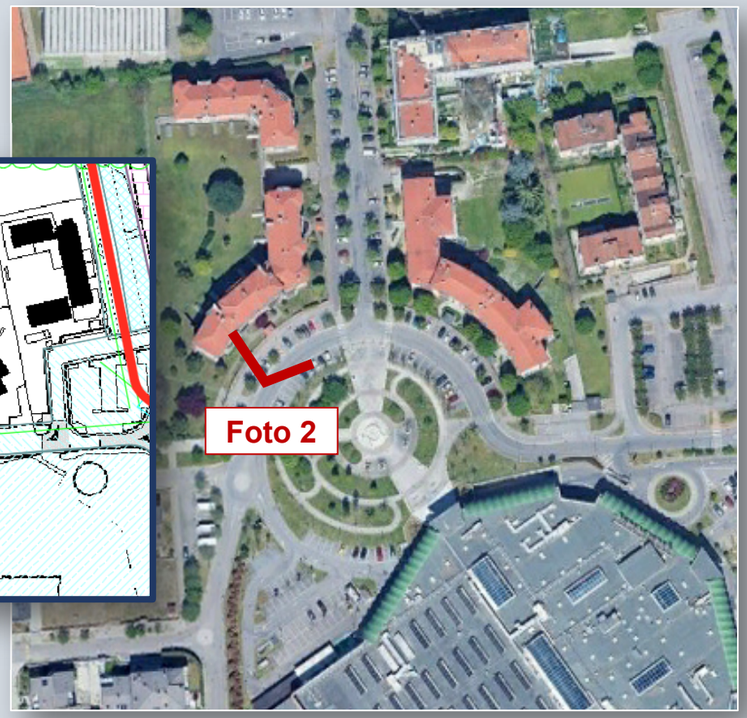


Foto 2

Foto 3

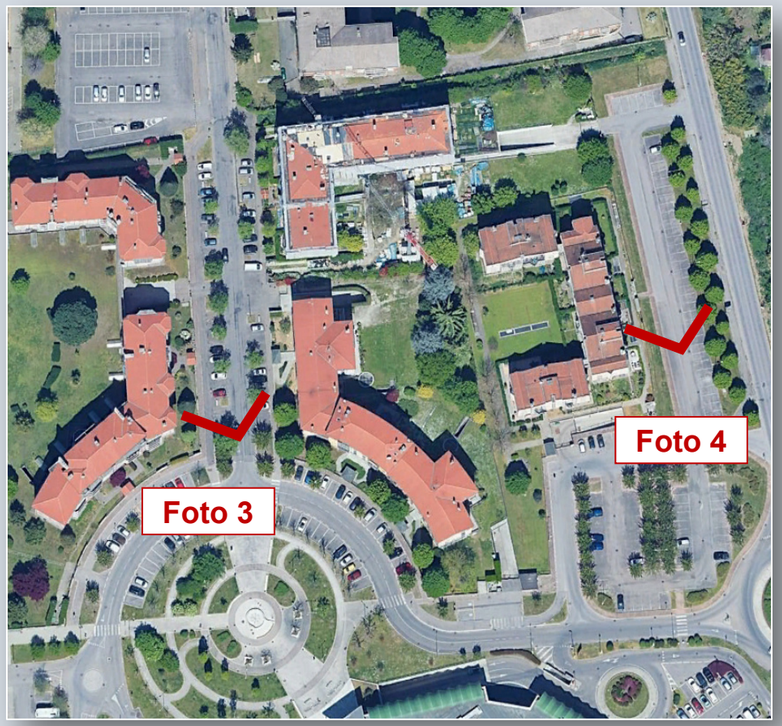


Foto 3
Foto 4

Foto 4

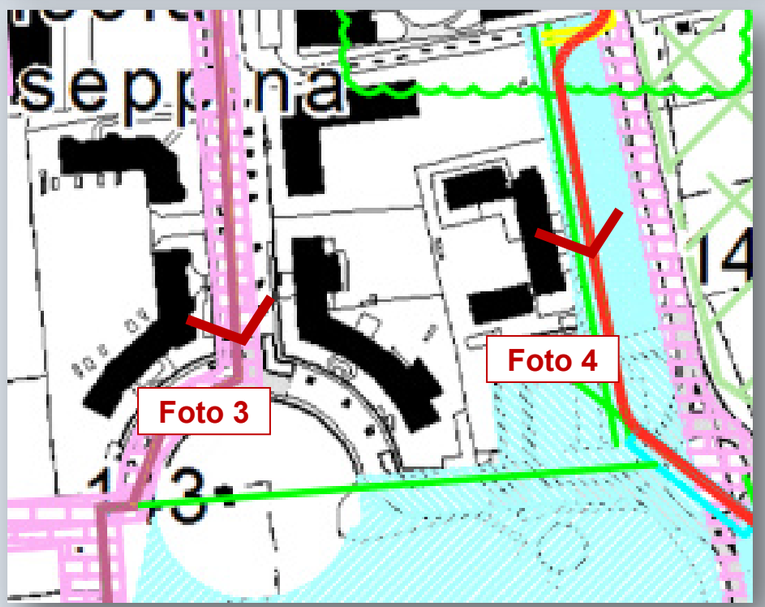


Foto 3
Foto 4

Foto 5

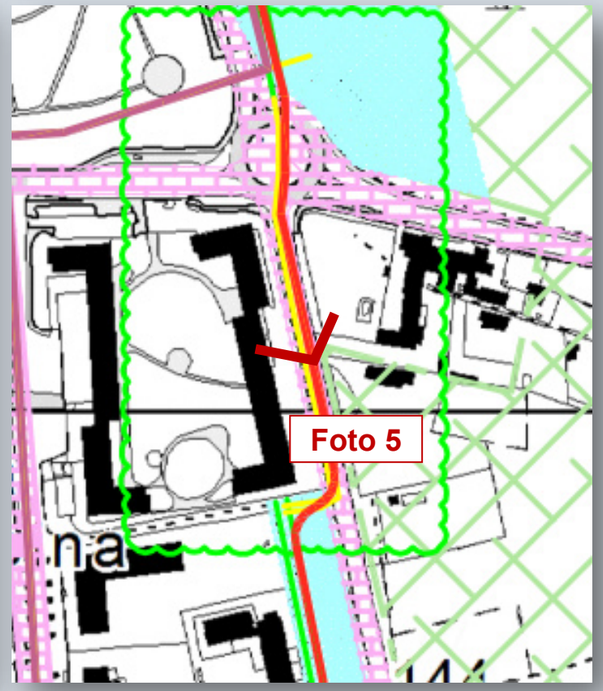


Foto 5

Foto 6

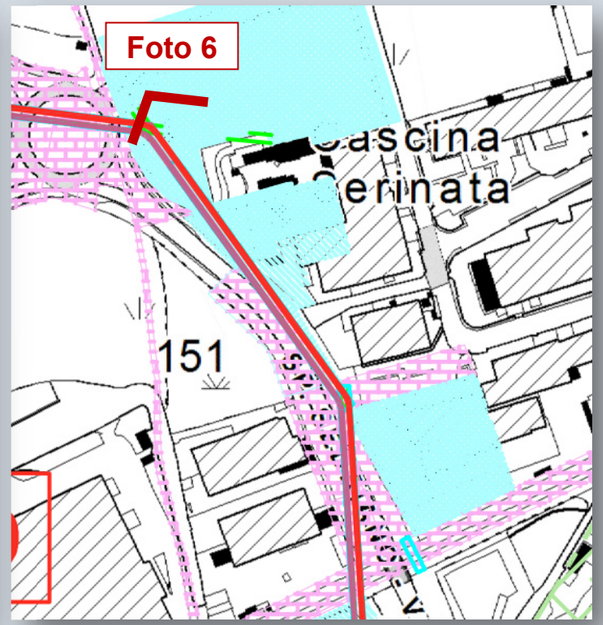


Foto 6
151

Il collegamento è previsto in AT 220 kV e ciascuna terna sarà in grado di trasportare una potenza pari a 100 MVA. Nelle normali condizioni di esercizio, verrà utilizzata una sola terna, rimanendo la seconda quale backup della prima.

Il tracciato prevede sezioni in trincea e tratti realizzati con trivellazione orizzontale controllata (TOC). Nel seguito sono pertanto analizzati i livelli di induzione magnetica connessi a tali tipologie costruttive.

Quali punti singolari, lungo il tracciato sono infine previste cosiddette "buche giunti", in corrispondenza delle giunzioni dei cavi AT. Anche per queste sezioni particolari sono di seguito calcolati i valori di induzione magnetica.

4.7.5.1 Tratti del collegamento elettrico interrato in trincea

In figura 3 è rappresentato lo schema di posa delle due terne. Considerato che le due terne sono una di riserva all'altra la valutazione dei livelli di induzione è effettuata considerando alimentata una sola delle due terne.

L'interasse tra i conduttori è pari a 0.25 m mentre la distanza tra il baricentro dei conduttori ed il piano di campagna è pari a 1.6m. La corrente utilizzata per la valutazione dei livelli di induzione magnetica è calcolata sulla base della potenza di progetto dell'impianto (300 MVA) e del livello di tensione 380 kV immaginando un fattore di potenza unitario:

I_AT: Sn/(1.73*V_AT) = 300MVA / (1.73*380 kV) = 456 A;

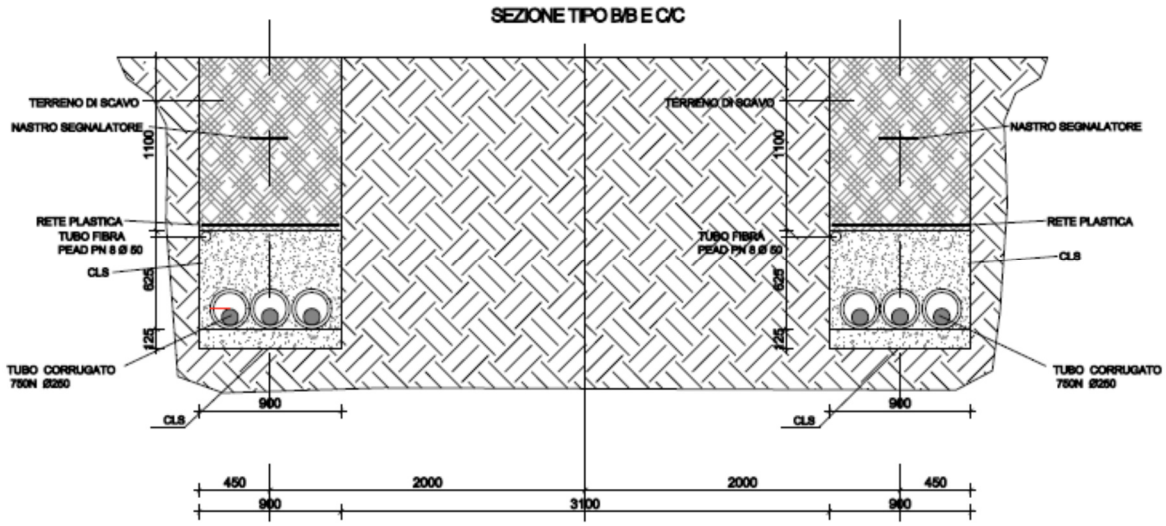


Figura 4.7.5/1. Posa cavi linea AT – sezione in trincea

I livelli di induzione magnetica alla quota del piano di campagna e ad una quota di 1 m (quota significativa dal punto di vista dell'esposizione umana) sono riportati in Figura 4.7.5/2.

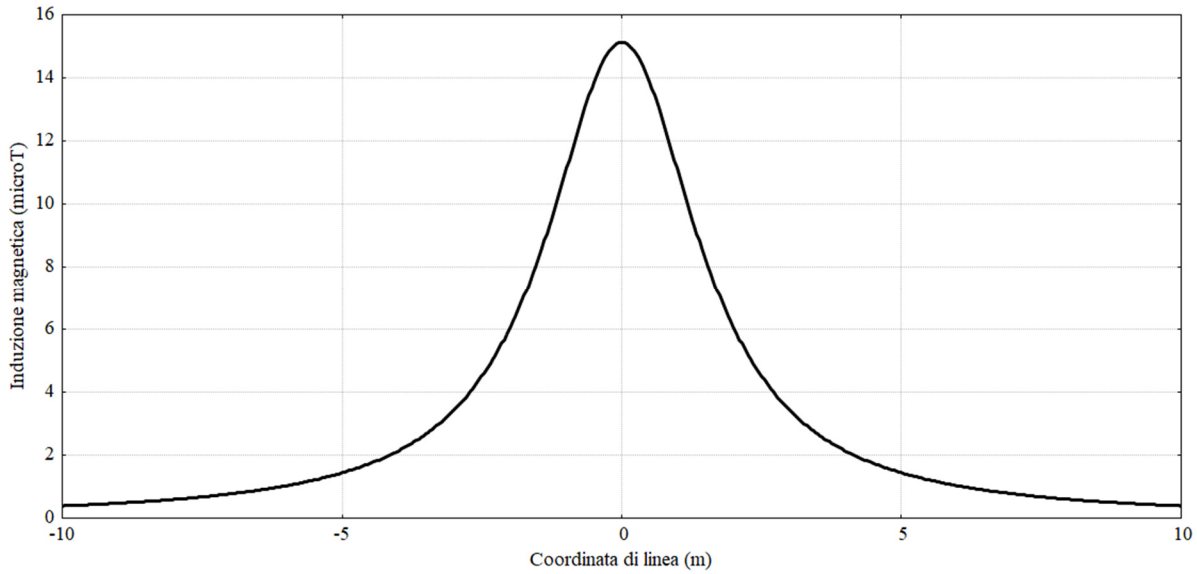


Figura 4.7.5/2a. Livelli di induzione magnetica valutati alla quota del piano campagna

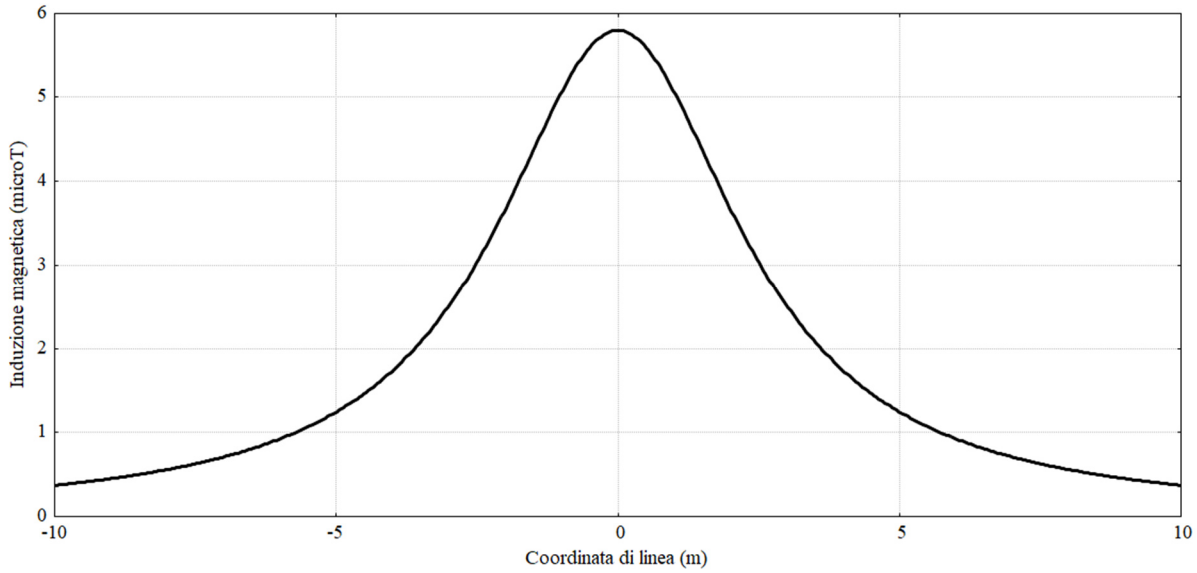


Figura 4.7.5/2b. Livelli di induzione magnetica valutati a 1 m dal piano di campagna

La fascia di rispetto è ±3.2 m sul piano di campagna e di ±2.6 m alla quota di 1m, entrambe rispetto all'asse della linea.

4.7.5.2 Connessione TOC

Lungo il percorso dei cavi AT di connessione tra la stazione Terna e la stazione di trasformazione AT/MT del Data Center sono previsti collegamenti in trivellazione orizzontale controllata TOC. Facendo riferimento allo schema di posa riportato in figura 4.7.5/3, i conduttori vengono a trovarsi in una configurazione a trifoglio con interasse peri a 0.2 m. Vengono analizzate due configurazioni

rispettivamente a 1.5 e 4 metri di profondità di interramento.

I livelli di induzione magnetica alla quota del piano di campagna e ad una quota di 1m (quota significativa dal punto di vista dell'esposizione umana) sono riportati in Fig. 4.7.5/4.

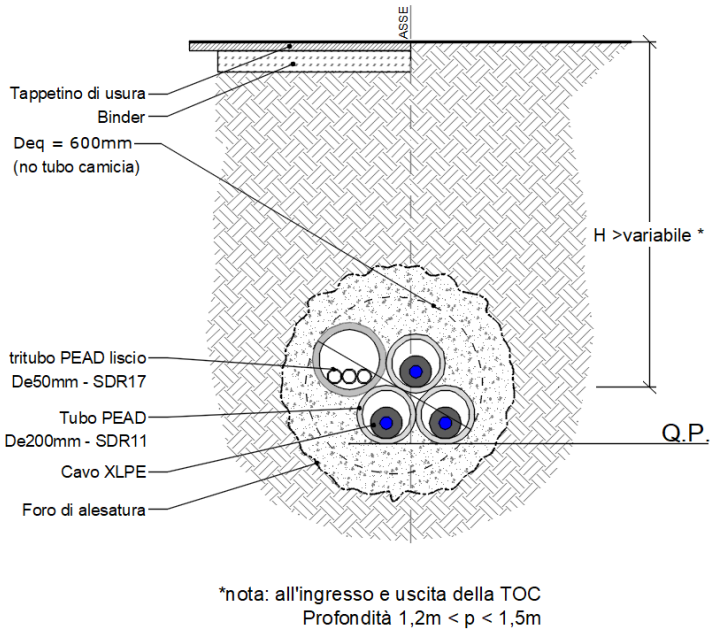


Figura 4.7.5/3. Posa cavi linea AT in TOC

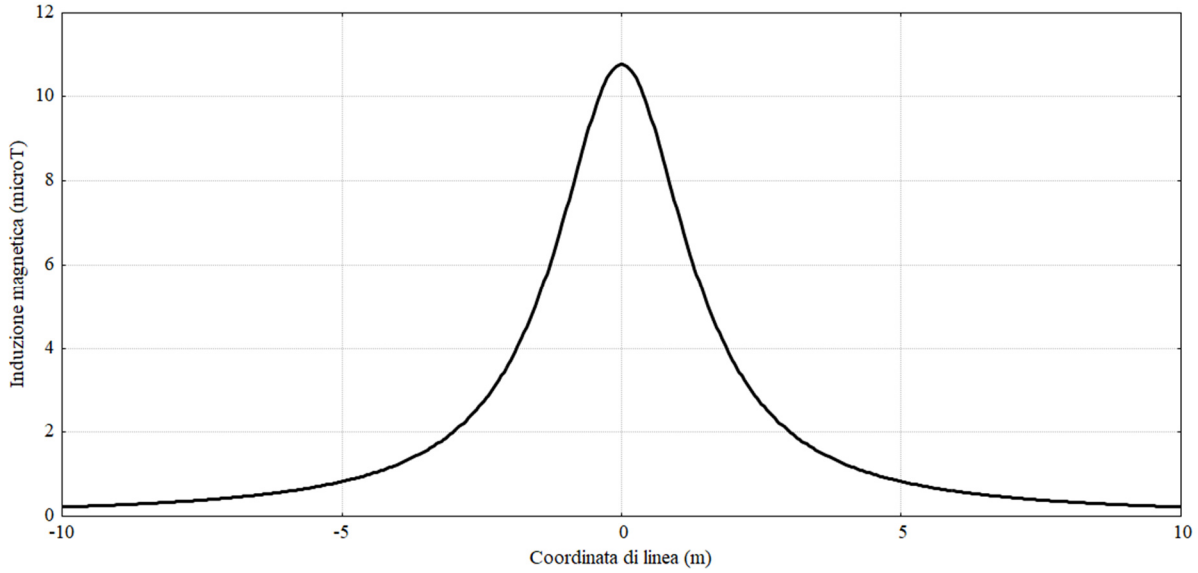


Figura 4.7.5/4a. Livelli di induzione magnetica valutati alla quota del piano campagna, per profondità di interramento della TOC di 1.5m

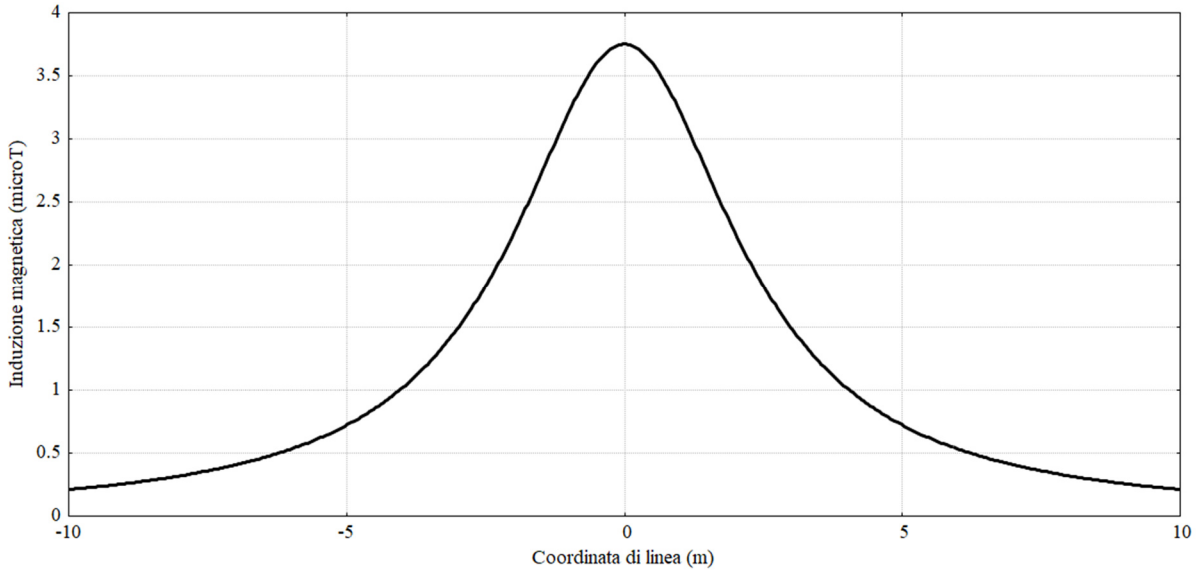
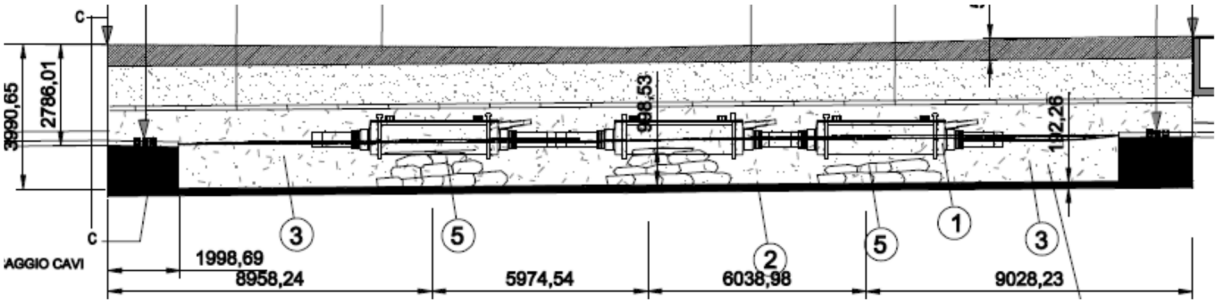


Figura 4.7.5/4b. Livelli di induzione magnetica valutati alla quota di 1m dal piano di campagna per profondità di interramento della TOC di 1.5m

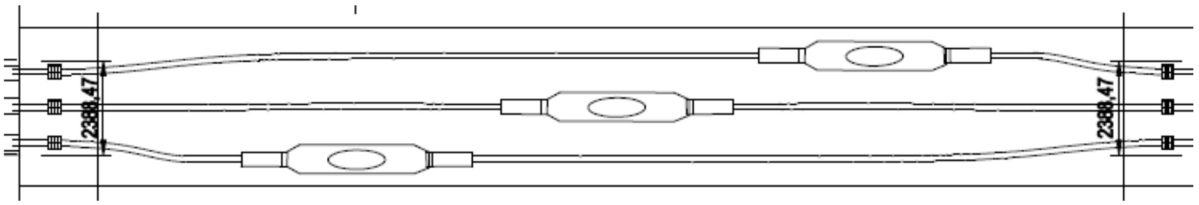
Per la TOC con profondità di interramento di 1.5m la fascia di rispetto è ±2.4 m sul piano di campagna e di ±1.2 m alla quota di 1m, entrambe rispetto all'asse della linea.

4.7.5.3 Buca giunti

In figura 4.7.5/5 è rappresentato lo schema di posa della cosiddetta "buca giunti", ovvero quella porzione di linea, per una lunghezza di circa 15 m, in cui i cavi AT vengono giuntati. Il giunto richiedendo un certo spazio per essere eseguito necessita un allargamento delle fasi e pertanto un innalzamento dei livelli di induzione magnetica.



Vista in sezione longitudinale



Vista planimetrica

Figura 4.7.5/5. Posa cavi AT: buca giunti

I livelli di induzione magnetica alla quota del piano di campagna e ad una quota di 1m (quota significativa dal punto di vista dell'esposizione umana) sono riportati in figura 5.7.5/6.

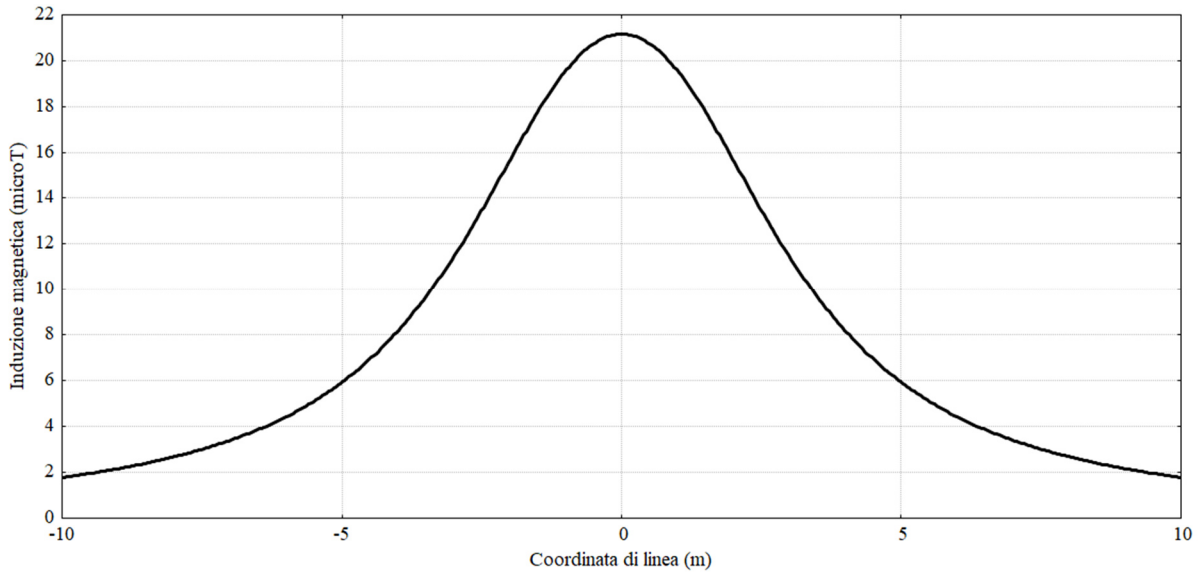


Figura 5.7.5/6a. Livelli di induzione magnetica valutati alla quota del piano campagna

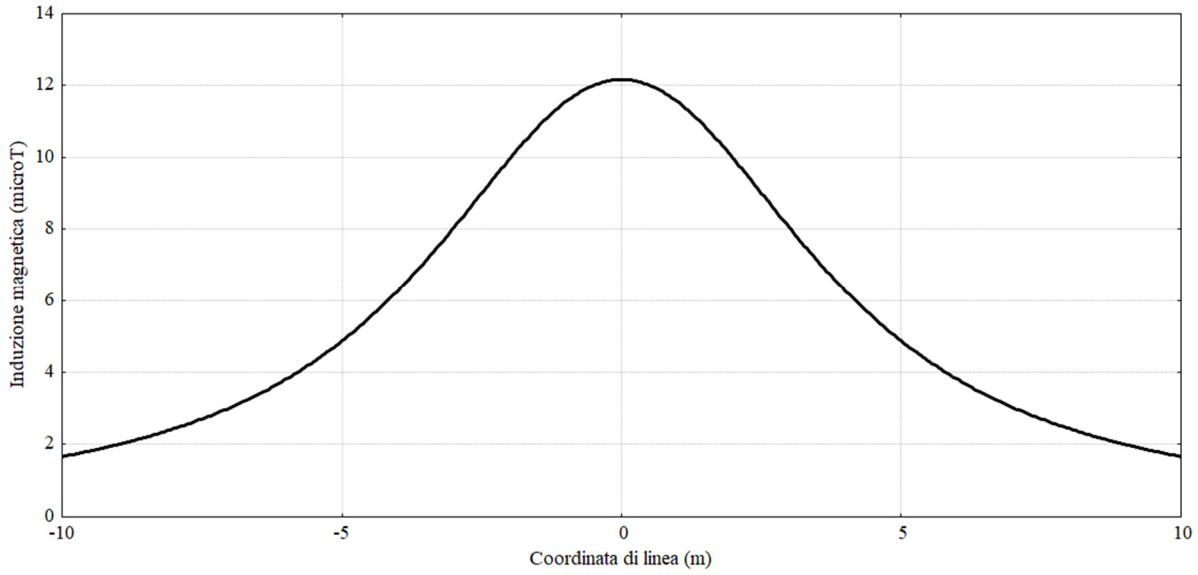


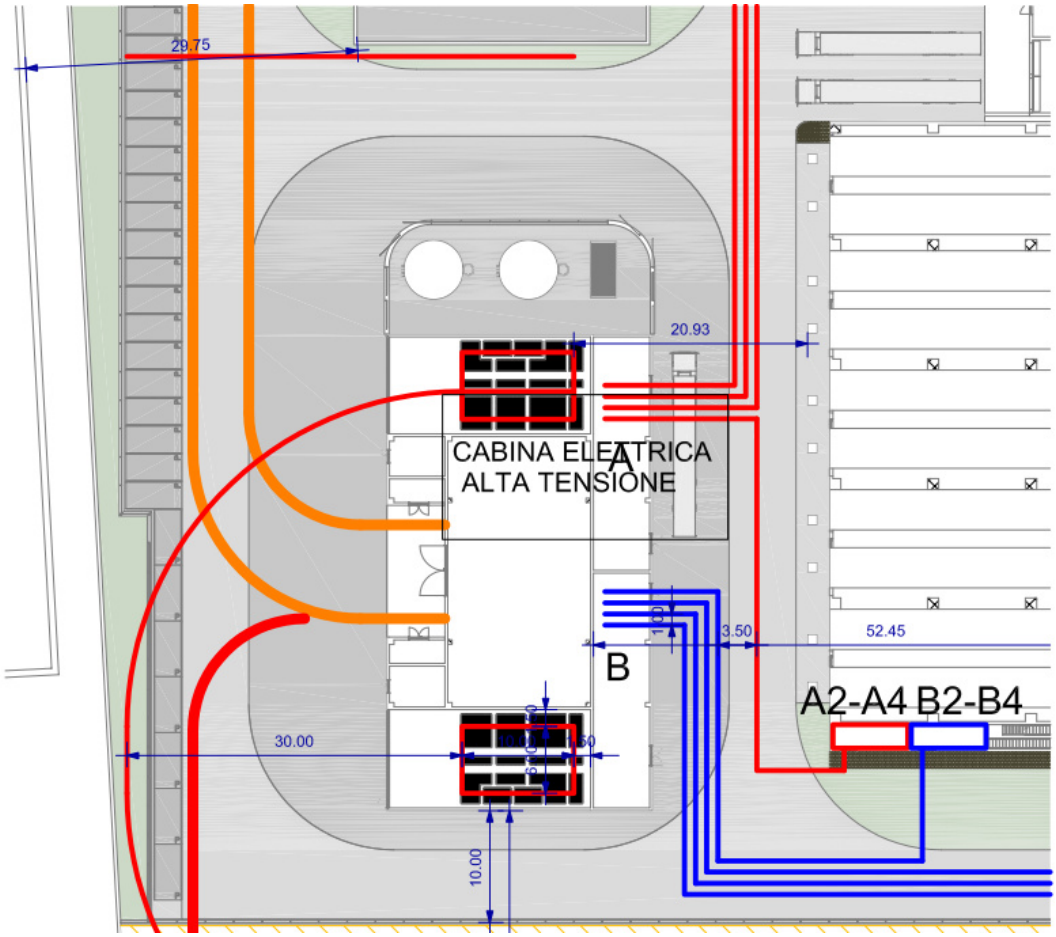
Figura 5.7.5/6b. Livelli di induzione magnetica valutati alla quota 1 m dal piano campagna

La fascia di rispetto in corrispondenza della buca giunti è ±7.5 m sul piano di campagna e di ±7.0 m alla quota di 1m entrambe rispetto all'asse della linea.

4.7.6 INERVENTI IN PROGETTO - STAZIONE AT/MT

Lo schema della nuova sottostazione AT/MT - 220/20 kV è riportato nel layout di seguito. La - tensione lato AT è è pari a 220 kV mentre la tensione lato MT è pari a 20 kV.

Figura 4.7.6/1 Schema stazione AT/MT



Lo schema mostra:

- n°2 stalli arrivo linea per cavi AT a 220 kV
- N°1 sistema a doppia sbarra a 220 kV;
- N°2 stalli trasformatore, ogni trasformatore con secondario a 20 kV;
- Collegamenti MT verso i data center e servizi ausiliari;
- Trasformatori: Sn= 200 (ONAF)/150(ONAN) MVA, Vn=220/20 kV; con avvolgimento primario a stella e doppio avvolgimento secondario a triangolo (n_avv_MT=2).
- N° 2 Quadri MT a 20 kV, ciascuno con n°10 partenze in cavo verso i data center (n_terne_MT=10 secondo lo schema della tavola MXP1HV-ENG-WS4-XX-DR-E-001_P01 Hv Mv Single Line Diagram.pdf).

I valori di corrente I_AT (corrente barratura AT) e I_MT (corrente uscente dalla terna MT del trafo) da utilizzare nelle valutazioni dei campi magnetici sono stati calcolati sulla base della massima potenza dei trasformatori (200 MVA) e sulla base dei due livelli di tensione V_AT (220 kV) ed V_MT (20kV):

I_AT: Sn/(1.73*V_AT)=200MVA/(1.73*220 kV)=525 A;

I_MT: Sn/(1.73*V_AT*n_avv_MT)=200MVA/(1.73*20 kV*2)=2890 A

La corrente di media tensione sulla singola terna (I_MT_st) risulta quindi pari a:

I_MT_st=I_MT/n_terne_MT)=2890/10=289A

L'interasse delle terne AT entranti nella stazione e provenienti dalla confinante stazione Terna sono o state poste pari a 0.75m.

L'interasse delle linee MT uscenti dal trafo e stato posto pari a 0.5 m.

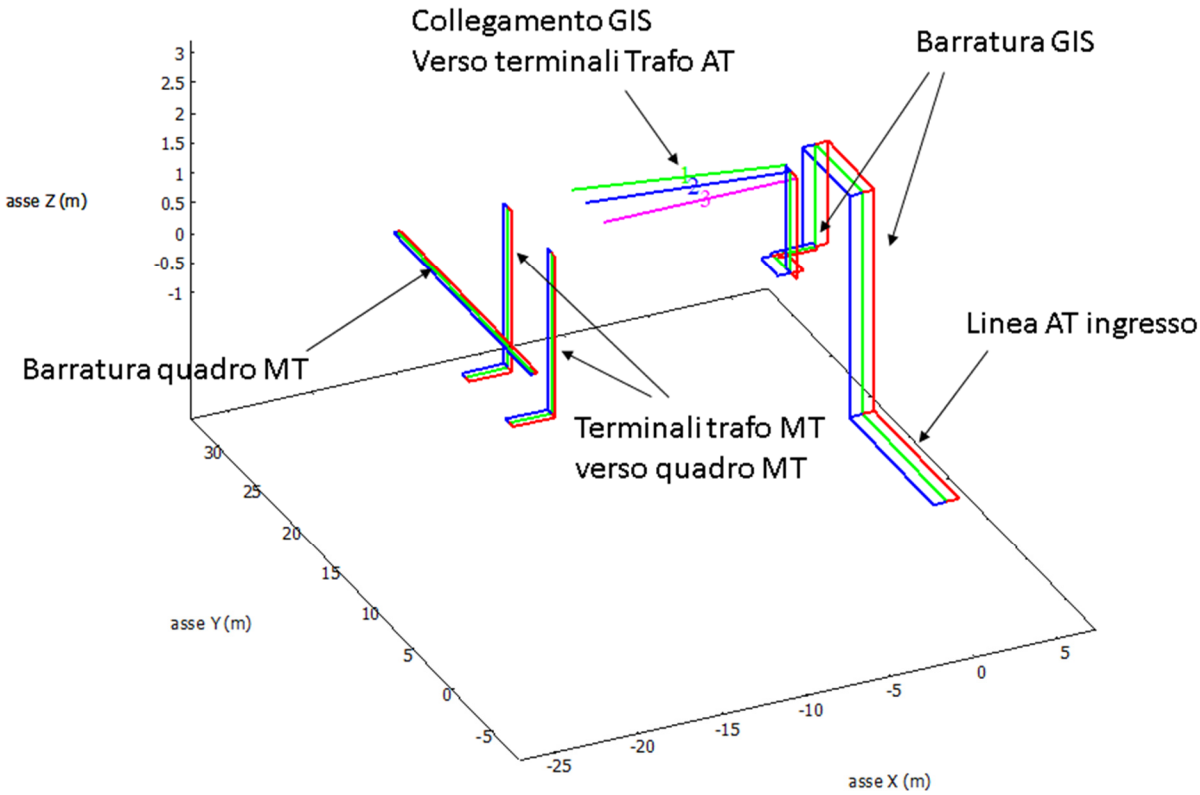
L'interasse della barratura interna al quadro MT è stata posta pari a 0.2 m.

La barratura del quadro MT porta l'intera corrente di 2890A, in modo estremamente conservativo.

Le terne MT sono state considerate elicordate con passo di elicordatura di 1.5m.

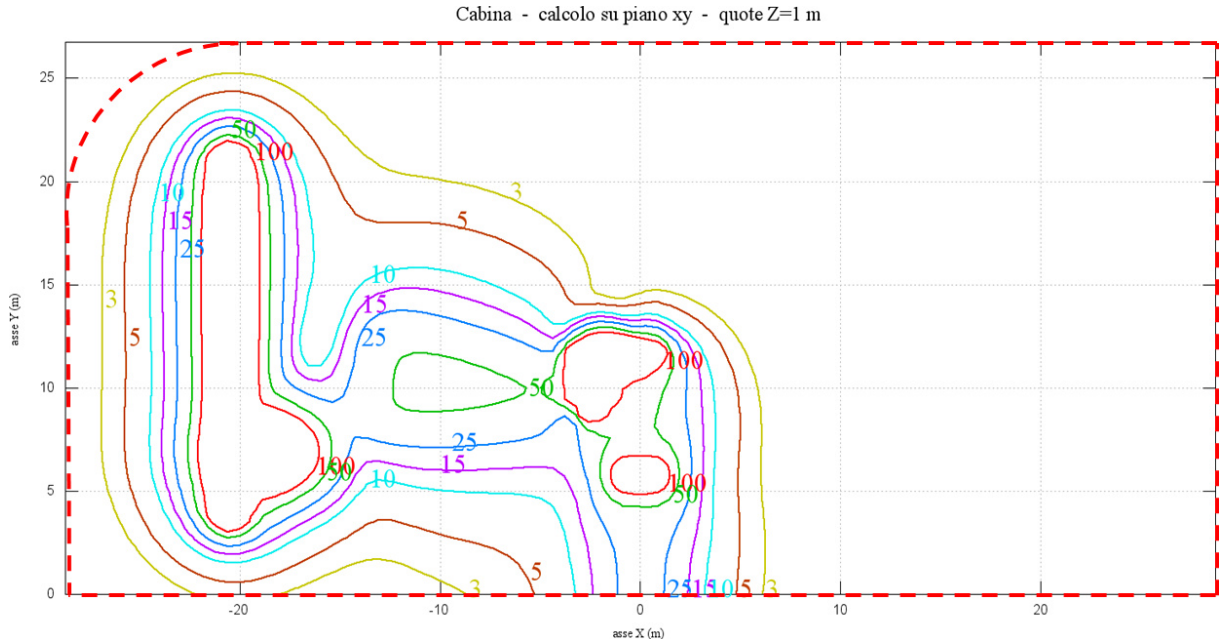
In figura è riportato il modello della stazione AT utilizzato nella simulazione in cui sono visibili le diverse connessioni:

Figura 4.7.6/2 Modello utilizzato per il calcolo dell'induzione magnetica



Nella figura seguente la linea isolivello a 3 μT è contenuta all'interno del confine della stazione (indicata dalla linea tratteggiata rossa).

Figura 4.7.6/3 Mappa isolivello dell'induzione magnetica (espressa in µT)



4.7.7 LINEE MT

In uscita dalla stazione AT/MT (vedi Fig 4.7.6-1) vi sono 10 terne MT su ogni lato, a sua volta suddivise in due tubiere. È quindi possibile considerare, come sezione tipica per la valutazione della rete di distribuzione, 5 linee MT elicordate distanti circa 25 cm (considerando che il diametro del singolo tubo è pari a circa 20 cm). La profondità di interramento è di 1.6m.

La distanza tra le due tubiere dei cavi MT è di 13m.

Anche in corrispondenza dei gruppi elettrogeni (Fig. 4.7.6-2) troviamo dei cavidotti per linee MT. Si è ipotizzato che la posa sia quella descritta in fig. 4.7.6-3 e rappresentata da 4 tubi posti alla profondità di 1.6m. La corrente considerata è pari alla portata nominale del cavo MT nella posa a trifoglio interrata 472 A (indicata in Fig. 4.7.6-4).

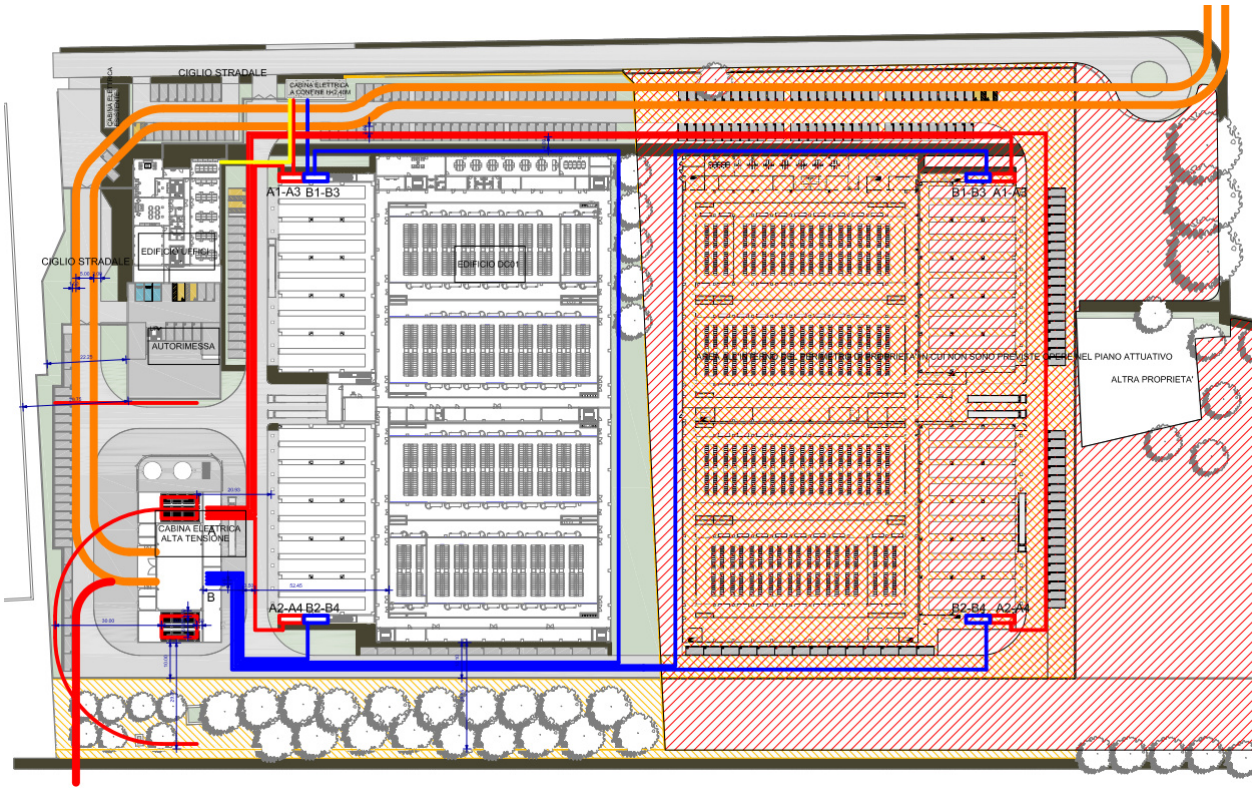


Figura 4.7.7/1 Tubiere con cavi MT uscenti dalla stazione AT/MT

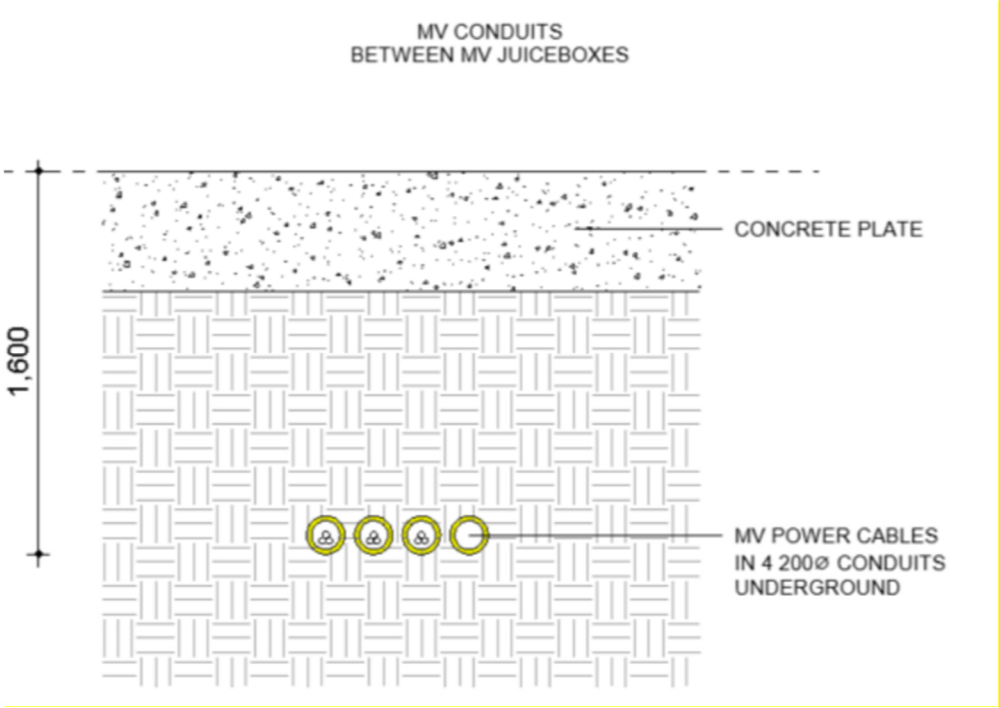


Figura 4.7.7/2 Sezione cavidotto a 4 tubi

Figura 4.7.7-3 Dati tecnici cavo MT

ARG16H1R12 - 12/20 kV
Uo/U: 12/20 kV
U max: 24 kV

Caratteristiche tecniche

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Ø esterno indicativo	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A			
					in aria		interrato*	
n° x mm²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano
1 x 70	9,7	5,5	28,9	1015	218	229	207	218
1 x 95	11,4	5,5	30,4	1145	266	280	247	260
1 x 120	12,9	5,5	32,7	1340	309	325	281	296
1 x 150	14,3	5,5	33,8	1430	352	371	318	335
1 x 185	16,0	5,5	36,0	1650	406	427	361	380
1 x 240	18,3	5,5	38,8	1965	483	508	418	440
1 x 300	21,0	5,5	41,4	2245	547	576	472	497
1 x 400	23,6	5,5	44,6	2645	640	674	543	572
1 x 500	26,5	5,5	47,8	3310	740	779	621	654
1 x 630	32,3	5,5	51,8	3750	862	907	706	743

(*) I valori di portata si riferiscono alle seguenti condizioni:
- Resistività termica del terreno: 1 K·m/W
- Temperatura ambiente 20°C
- profindità di posa: 0,8 m

Il calcolo dell'induzione è stato condotto adottando il seguente elenco di ipotesi:

a. Portata termina nominale massima *I*=289A per le 5 tubiere in uscita dalla stazione AT/MT e 472 A per le 4 tubiere in uscita dai gruppi elettrogeni.
b. Passo di elicordatura *p*= 1.5 m
c. Raggio elica pari a $\alpha = 0.024$ m
d. Profondità di interramento 1.60 m

Il modello magnetico del cavo elicordato è basato sul modello semplificato, riportato in bibliografia [1], che tiene conto del fattore di elicordatura F:

$$F = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot \gamma^{\frac{3}{2}} \cdot e^{-\gamma}$$

in cui:

$$\gamma = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{p}$$

essendo *p* il passo dell'elica ed *r* la distanza dal punto, ove viene valutata l'induzione magnetica (cosiddetto "punto campo"), dall'asse della linea MT.
Il valore dell'induzione magnetica nel punto campo risulta essere pari a:

$$B \cong F \cdot \frac{3}{4} \cdot \sqrt{2} \cdot B_0$$

Essendo:

$$B_0 = \frac{\mu_0 I \alpha}{\pi \cdot r^2}$$

in cui μ_0: permeabilità dell'aria (4 p 10^{-7}) assimilabile a quella del terreno.

Nella Fig. 4.7.6-5 è riportato l'andamento dell'induzione magnetica al livello del piano di campagna prodotto dalle singole terne con conduttori elicordati ed all'uscita della stazione AT/MT (289 A per ogni terna). In Fig. 4.7.6-6 è riportata la somma dei contributi delle 5 terne con conduttori elicordati uscenti dalla stazione AT/MT. In Fig. 4.7.6-7 è riportata una valutazione conservativa che considera le terne di conduttori **NON** elicordati ma semplicemente posati a trifoglio: si osserva come anche in questo caso il valore di induzione massima al livello del terreno sia inferiore a 3 μT.
Analoghe valutazioni (vedi Fig. 4.7.6-8, 9 e 10) possono essere condotte per le terne relative ai gruppi elettrogeni. I valori risultano superiori in quanto la corrente di calcolo è posta pari alla portata dei conduttori nel caso di posa a trifoglio nel terreno con corrente di 472A. La valutazione conservativa in cui si considerano le terne formate da conduttori **NON** elicordati porta a valori di induzione magnetica al suolo leggermente superiori a 3 μT ma la fascia di rispetto è comunque contenuta sotto il metro dall'asse della tubiera.

Figura 4.7.7/4 Andamento dell'induzione magnetica al livello del suolo prodotto dalle SINGOLE terne con conduttori elicordati - all'uscita della stazione AT/MT (I=289A)

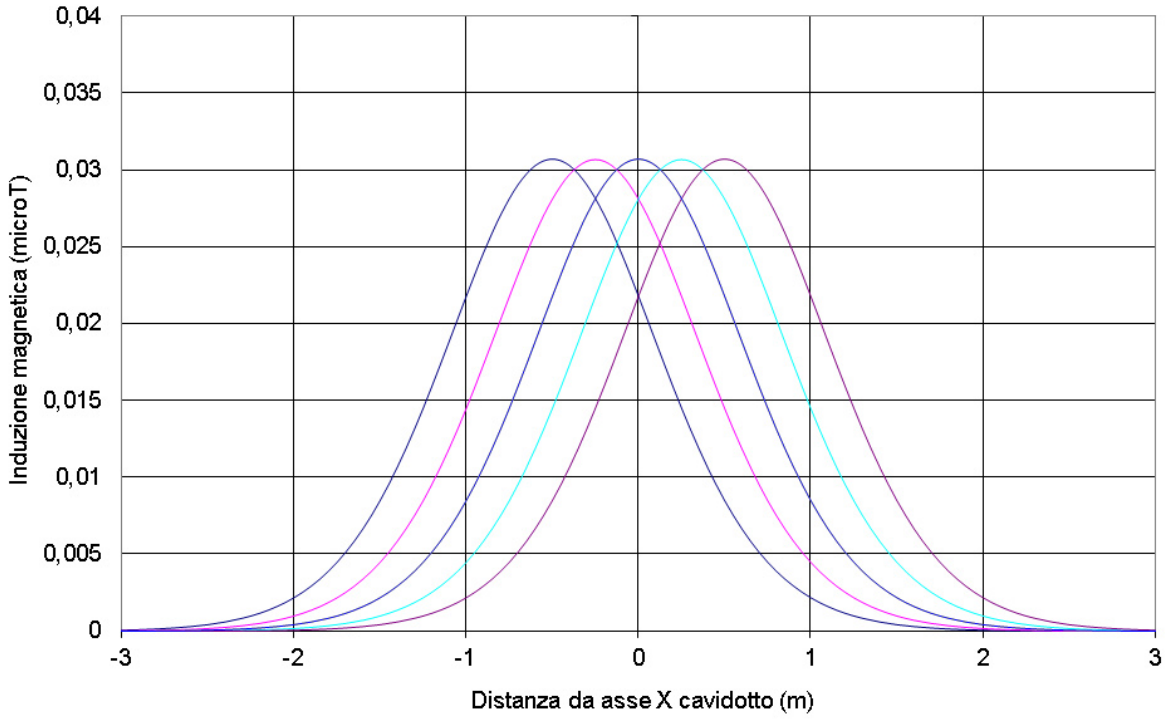


Figura 4.7.7/5 Andamento dell'induzione magnetica al livello del suolo prodotto dalla SOMMA di 5 terne con conduttori elicordati - all'uscita della stazione AT/MT (I=289A)

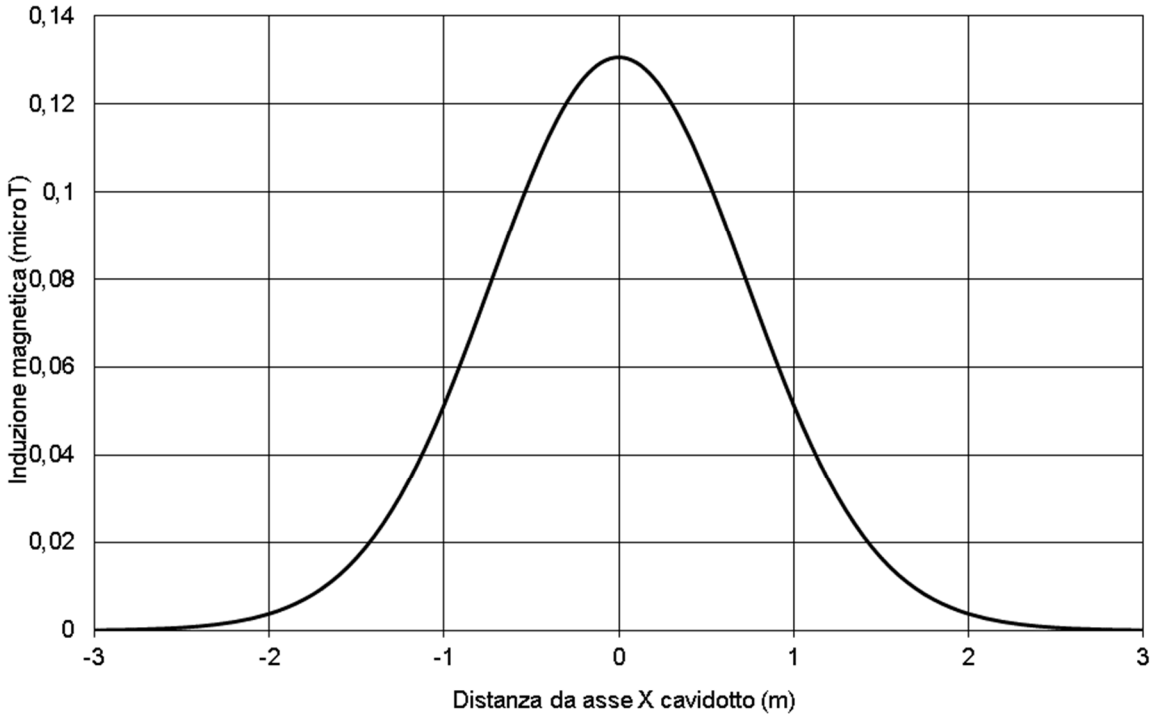


Figura 4.7.7/6 Andamento dell'induzione magnetica al livello del suolo prodotto dalla SOMMA di 5 terne con conduttori NON elicordati - disposti a trifoglio - all'uscita della stazione AT/MT (I=289A)

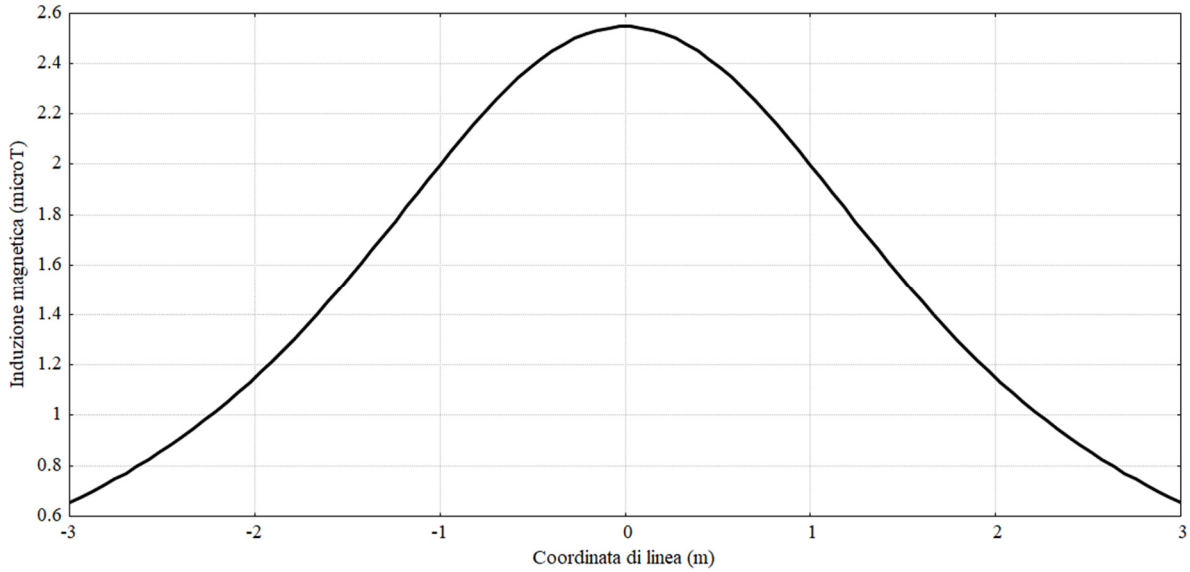


Figura 4.7.7/7 Andamento dell'induzione magnetica al livello del suolo prodotto dalle SINGOLE terne con conduttori elicordati - all'uscita dei gruppi elettrogeni (I=472A)

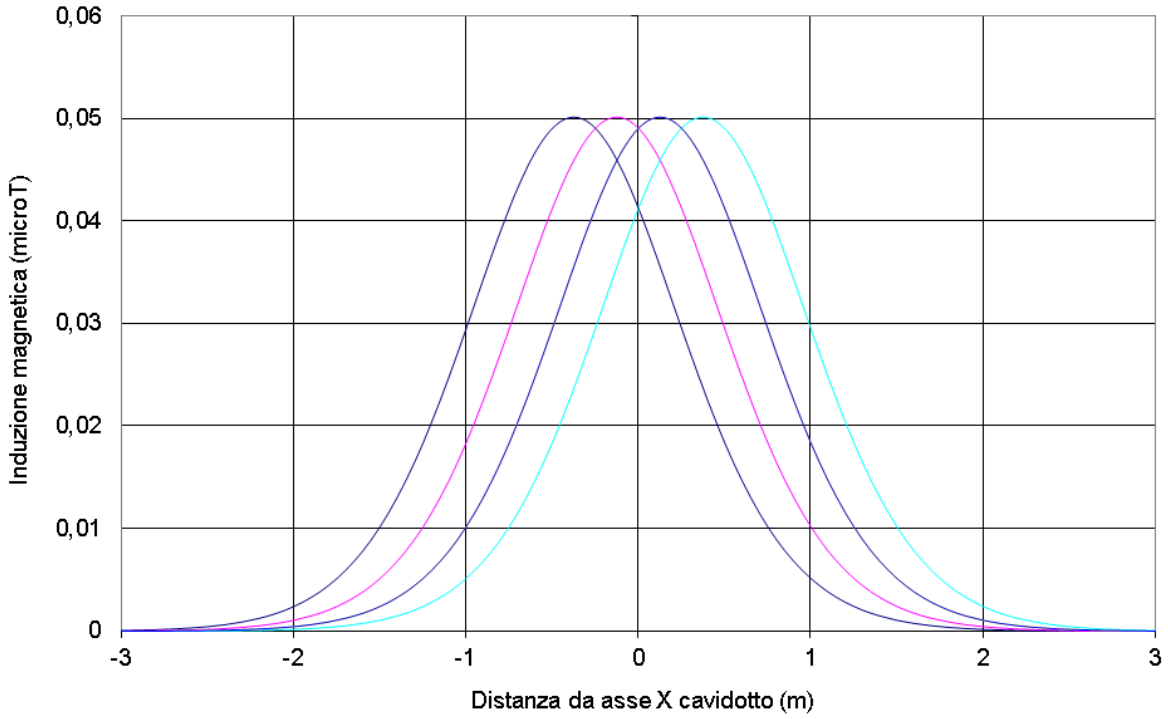


Figura 4.7.7/8 Andamento dell'induzione magnetica al livello del suolo prodotto dalla SOMMA di 4 terne con conduttori elicordati - all'uscita dei gruppi elettrogeni (I=472A)

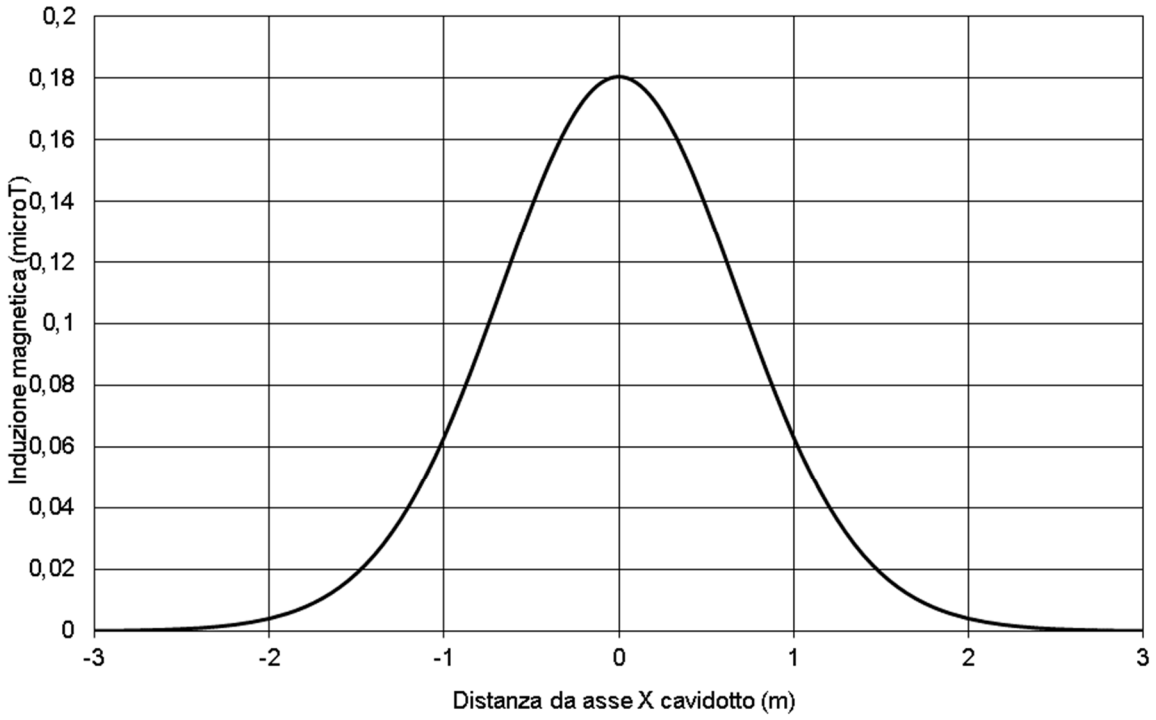
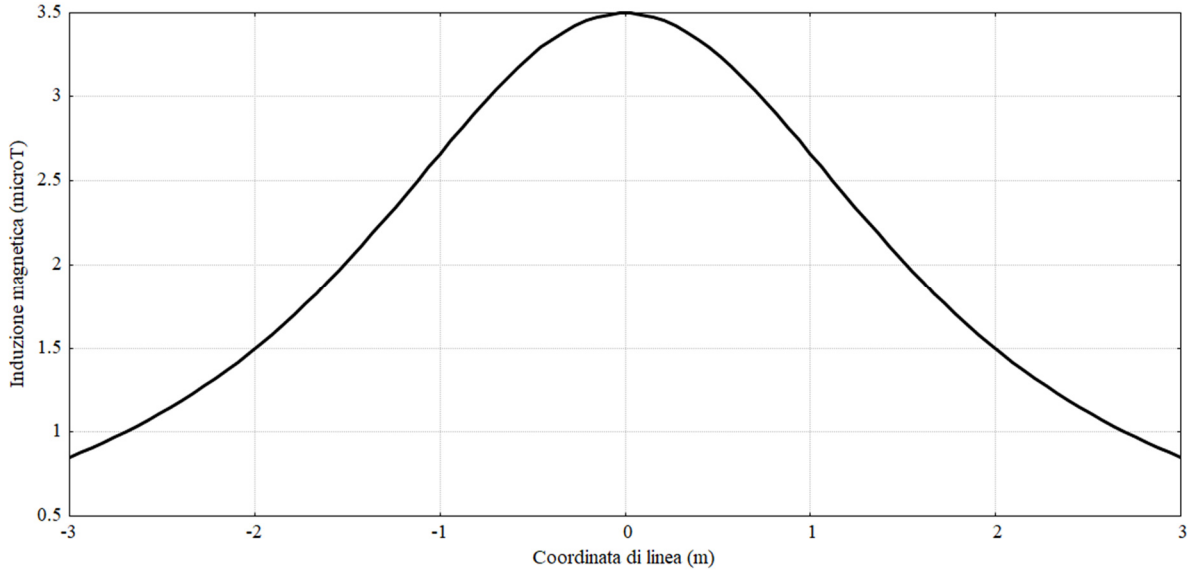


Figura 4.7.7/9 Andamento dell'induzione magnetica al livello del suolo prodotto dalla SOMMA di 4 terne con conduttori NON elicordati - all'uscita dei gruppi elettrogeni - disposti a trifoglio (I=472A)



4.7.8 CONCLUSIONI IN MERITO ALLA POTENZIALE ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Le analisi condotte hanno riguardato le principali sorgenti di campi elettrici e magnetici presenti all'interno dell'area su cui insiste il Data Center MXP1 in Comune di Melegnano. Tali sorgenti sono riconducibili ad una stazione di trasformazione AT/MT ed alla distribuzione delle linee MT uscenti dalla stazione AT, dai gruppi elettrogeni di emergenza e di distribuzione all'interno dell'area.

Le caratteristiche delle sorgenti portano a considerare trascurabili i campi elettrici e a valutare i soli campi magnetici.

Per questi ultimi è possibile, dai calcoli effettuati, affermare che l'obiettivo di qualità di 3 μT è:

1) contenuto all'interno dei confini della stazione AT/MT
2) mai raggiunto al livello del suolo per effetto delle linee MT formate da conduttori elicordati.

4.7.9 INQUINAMENTO LUMINOSO

L'alterazione della quantità naturale di luce presente nel periodo notturno, determinata dall'immissione di luce artificiale dall'uomo viene ritenuta potenzialmente in grado di generare effetti negativi:

- sulle componenti naturali dell'ambiente, sia modificando il comportamento degli animali notturni (abitudini di vita e di caccia od anche dei processi riproduttivi), sia variando il ciclo della fotosintesi clorofilliana e la reazione al fotoperiodismo degli esemplari vegetali posti in prossimità delle sorgenti più intense;
- di carattere paesaggistico, in termini sia di percezione del paesaggio notturno (del quale la visione del cielo stellato ne è una parte), sia di fruizione dei beni di interesse architettonico e monumentale;
- sulla sicurezza stradale, per i possibili effetti di abbagliamento o distrazione dalla guida.

All'origine del fenomeno vi è il flusso luminoso disperso verso il cielo proveniente dalle diverse attività di origine antropica a causa di apparati inefficienti e di una progettazione errata o disattenta.

In generale, l'inquinamento luminoso può manifestarsi attraverso due forme definibili come:

- inquinamento luminoso generalizzato;
- inquinamento luminoso prossimale.

Con il primo termine si intende il fenomeno della diffusione da parte delle molecole e delle particelle di aerosol, che si comportano come sorgenti secondarie della luce artificiale immessa in atmosfera. L'inquinamento prodotto da una singola sorgente sotto questa forma è normalmente limitato. Tuttavia, è in questo caso la sommatoria dei seppure piccoli contributi apportati dalle diverse sorgenti che può indurre effetti rilevanti.

Con inquinamento luminoso prossimale (o anche detto inquinamento ottico) si considera l'illuminamento diretto non desiderato di superfici, oggetti e soggetti da parte di una specifica sorgente (si pensi, ad esempio, ai fenomeni di abbagliamento). Come è intuitivo, in questo caso le aree coinvolte sono prioritariamente quelle poste in prossimità delle sorgenti inquinanti.

I rimedi individuati prevedono, da un lato interventi di razionalizzazione e adeguamento per i sistemi di illuminazione esistenti, e dall'altro la definizione di regole di corretta progettazione per quelli di nuova realizzazione. Da quanto detto risulta evidente che la riduzione dell'inquinamento luminoso si coniuga con i più generali obiettivi di risparmio sia energetico, sia economico.

La Regione Lombardia è dotata di normativa in tema di inquinamento luminoso.
Si tratta della legge regionale 5 ottobre 2015, n. 31, approvata con il più ampio obiettivo di promuovere:

- efficientamento degli impianti di illuminazione esterna attraverso l'impiego di sorgenti luminose a ridotto consumo e a elevate prestazioni illuminotecniche,
- il risparmio energetico mediante il contenimento dell'illuminazione artificiale,
- la salvaguardia delle condizioni naturali nelle zone di particolare tutela dall'inquinamento luminoso la riduzione dell'inquinamento luminoso sul territorio regionale, nell'interesse della tutela della salute umana dei cittadini, della biodiversità e degli equilibri ecologici.

Nel caso in esame, con riferimento alle sorgenti che possono potenzialmente determinare un impatto in termini di inquinamento luminoso, si osserva essere prevista una rete di illuminazione delle aree esterne destinate a viabilità interna, parcheggi pertinenziali, aree di manovra e servizio, verde privato, cui si aggiungerà l'illuminazione esterna degli edifici.

Le caratteristiche e prestazioni tecniche degli elementi che compongono l'impianto di illuminazione delle aree esterne prevede la posa in opera di cavidotto flessibile in polietilene rigido ad alta densità di tipo corrugato, a doppia parete, con manicotto ad un'estremità, conforme alla norma CEI EN 50086 e pozzetto di ispezione in calcestruzzo prefabbricato.
Il progetto degli impianti d'illuminazione delle aree esterne verrà sviluppato nel rispetto di tutte le normative tecnico legislative vigenti, con particolare riferimento alle norme CEI di riferimento, alle norme UNI 11248, UNI13201 e alla legge regionale 31/2015 in merito all'inquinamento luminoso (si vedano in tal senso gli elaborati di progetto del Data Center). Nello specifico si prevede che gli impianti di illuminazione delle aree esterne agli edifici:

- rispondano a specifici requisiti di prestazione energetica e garantiscono efficienza sotto il profilo costi-benefici;
- siano provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre il flusso luminoso emesso rispetto al pieno regime di operatività, compatibilmente con il mantenimento delle condizioni di sicurezza legate all'uso della superficie illuminata;
- siano realizzati in modo che le superfici illuminate non presentino eccessivi sovradimensionamenti rispetto al livello minimo di luminanza media mantenuta, previsto dalle norme tecniche di riferimento.

A questo fine saranno adottati corpi illuminanti che garantiscano:

- la non dispersione del flusso luminoso oltre il piano dell'orizzonte;
- il rispetto dei requisiti di prestazione energetica;
- il rispetto dei requisiti relativi alla sicurezza fotobiologica;
- la non alterazione del ritmo circadiano;
- il rispetto delle esigenze di tutela della biodiversità e i diversi equilibri biologici.

Con riferimento agli ultimi punti sopra indicati e all'assenza di impatti a carico delle specie animali e vegetali, si rimanda alle valutazioni condotte nell'ambito del capitolo 4.5 *Biodiversità/ecosistemi* del presente Studio di Impatto Ambientale.

L'impianto, rispettando i criteri citati, non determina impatti sull'inquinamento luminoso.